

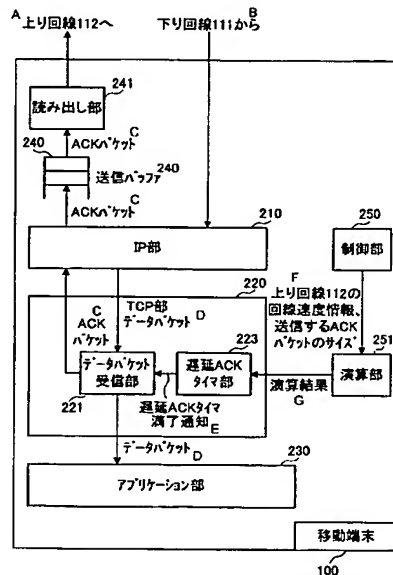
(10) 国際公開番号
WO 2004/110013 A1

| | | | |
|--|---------------------------|---|--|
| (51) 国際特許分類: | H04L 29/02 | (72) 発明者; および | |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP2004/008365 | (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 石森 貴之 (ISHI-MORI, Takayuki). 樋口 信一 (HIGUCHI, Shinichi). 飯田 健一郎 (IIDA, Kenichiro). | |
| (22) 国際出願日: | 2004 年6 月9 日 (09.06.2004) | (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1 丁目24-1 新都市センタービル5 階 Tokyo (JP). | |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW. | |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | | |
| (30) 優先権データ: | | | |
| 特願2003-163214 | 2003 年6 月9 日 (09.06.2003) | JP | |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP). | | | |

[繞葉有]

(54) Title: PACKET COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: パケット通信装置



| | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| A...TO UPSTREAM LINE 112 | 223...DELAY ACK TIMER SECTION |
| B...FROM DOWNSTREAM LINE 111 | E...DELAY ACK TIMER EXPIRATION REPORT |
| 241...READ OUT SECTION | 230...APPLICATION SECTION |
| C...ACK PACKET | F...INFORMATION ON LINE SPEED OF |
| 240...TRANSMISSION BUFFER | UPSTREAM LINE 112 AND SIZE OF |
| 210...IP SECTION | ACK PACKET TO BE TRANSMITTED |
| 250...CONTROL SECTION | 251...CALCULATION SECTION |
| 220...TCP SECTION | G...CALCULATION RESULT |
| D...DATA PACKET | 100...MOBILE TERMINAL |
| 221...DATA PACKET RECEPTION SECTION | |

(57) **Abstract:** A mobile terminal (100) includes: a calculation section (251) for calculating the ACK packet generation interval according to the size of the ACK packet transmitted and the line speed of the transmission line which are held by a control section (250); a delay ACK timer (223) for repeatedly clocking the calculated generation interval of the ACK packet as one cycle and outputting an expiration signal each time one cycle expires; and a data packet reception section (221) used each time the expiration signal is input, for generating an ACK packet containing the latest reception confirmation information relating to the data packet received during its input period and sending it via an IP section (210) to a transmission buffer (240).

(57) 要約：移動端末100は、制御部250が保持する、送信するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する演算部251と、算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返して、1周期の満了毎に満了信号を出力する遅延ACKタイマ223と、満了信号が入力する度に、その入力期間内に受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成しIP部210を介して送信バッファ240に送り込むデータパケット受信部221とを備えている。

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 12 月 16 日 (16.12.2004)

PCT

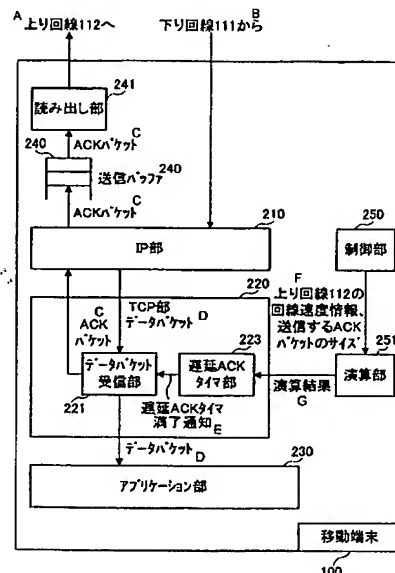
(10) 国際公開番号
WO 2004/110013 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04L 29/02 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 石森 貴之 (ISHI-MORI, Takayuki). 樋口 信一 (HIGUCHI, Shinichi). 飯田 健一郎 (IIDA, Kenichiro).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008365
- (22) 国際出願日: 2004 年 6 月 9 日 (09.06.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-163214 2003 年 6 月 9 日 (09.06.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PACKET COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: パケット通信装置



- A...TO UPSTREAM LINE 112
B...FROM DOWNSTREAM LINE 111
241...READ OUT SECTION
C...ACK PACKET
240...TRANSMISSION BUFFER
210...IP SECTION
250...CONTROL SECTION
220...TCP SECTION
D...DATA PACKET
221...DATA PACKET RECEPTION SECTION
223...DELAY ACK TIMER SECTION
E...DELAY ACK TIMER EXPIRATION REPORT
230...APPLICATION SECTION
F...INFORMATION ON LINE SPEED OF UPSTREAM LINE 112 AND SIZE OF ACK PACKET TO BE TRANSMITTED
251...CALCULATION SECTION
G...CALCULATION RESULT
100...MOBILE TERMINAL

(57) Abstract: A mobile terminal (100) includes: a calculation section (251) for calculating the ACK packet generation interval according to the size of the ACK packet transmitted and the line speed of the transmission line which are held by a control section (250); a delay ACK timer (223) for repeatedly clocking the calculated generation interval of the ACK packet as one cycle and outputting an expiration signal each time one cycle expires; and a data packet reception section (221) used each time the expiration signal is input, for generating an ACK packet containing the latest reception confirmation information relating to the data packet received during its input period and sending it via an IP section (210) to a transmission buffer (240).

(57) 要約: 移動端末 100 は、制御部 250 が保持する、送信する ACK パケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づき ACK パケットの生成間隔を算出する演算部 251 と、算出された ACK パケットの生成間隔を 1 周期として計時することを繰り返す行い、1 周期の満了毎に満了信号を出力する遅延 ACK タイマ 223 と、満了信号が入力する度に、その入力期間内に受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませた ACK パケットを生成し IP 部 210 を介して送信バッファ 240 に送り込むデータパケット受信部 221 とを備えている。



(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

パケット通信装置

5 技術分野

本発明は、T C P (Transmission Control Protocol) を適用した非対称パケット通信路に接続されるパケット通信装置に関する。

背景技術

- 10 非対称パケット通信路にT C Pを適用した従来のパケット通信方法を、ここでは、移動通信システムにおいて実施する場合について説明する。図9は、移動通信システムの構成例を示すブロック図である。

移動通信システムでは、図1に示すように、移動端末900は、無線基地局装置901を介して、インターネットプロトコル(I P)を用いてパケットを
15 転送するネットワーク(I Pネットワーク)902に接続される。そして、ネットワーク(I Pネットワーク)902上には、サーバ903が存在し、移動端末900との間で非対称通信路にT C Pを適用したパケット通信が行われる。

即ち、移動端末900は、サーバ903がI Pネットワーク902に送信するデータパケットを無線基地局装置901を介して受け取り、A C Kパケットを無線基地局装置901、I Pネットワーク902を介してサーバ903に返送するが、移動端末900がデータパケットを受け取る下り回線911の回線速度の方が、A C Kパケットを返送する上り回線912の回線速度よりも高速になっている。

- 25 図2は、T C Pパケットのフォーマットである。図2に示すように、T C Pパケットは、ヘッダ部1001とペイロード部1002とで構成される。ヘッダ部1001には、発信元ポート番号フィールド1011、宛先ポート番号フ

フィールド1012、シーケンス番号フィールド1013、ACK番号フィールド1014、ヘッダ予約フィールド1015、予約フィールド1016、制御フラグフィールド1017、ウィンドウサイズフィールド1018、TCPチェックサムフィールド1019及び緊急ポインタフィールド1020が設け
5 られる。そして、ペイロード部1002には、データフィールド1021が設けられる。

以下の説明に関係するフィールドは、シーケンス番号フィールド1013、ACK番号フィールド1014、及びウィンドウサイズフィールド1018である。シーケンス番号フィールド1013には、データパケットに含まれる最
10 初のデータがユーザの全データ・ストリーム中のどの位置にあるかを示すシーケンス番号SNが設定される。

制御フラグフィールド1017中のACKフラグは、ACK番号フィールド1014にACK番号ANが入っていることを示すフラグである。このACKフラグが立っているときにのみ、ACK番号フィールド1014は有効となる。
15 ACK番号フィールド1014に設定されるACK番号ANは、正しく受信したデータパケットを発信側であるサーバ903に示すために、受信側である移動端末900が次に受信することを期待しているデータパケットのシーケンス番号SNである。即ち、ACK番号ANは、連続するデータ・ストリームを構成している受信データパケットの中でシーケンス番号SNが一番新しい
20 データパケットについて、このデータパケットのペイロードサイズをシーケンス番号SNに加えた値を示す。なお、データパケットのペイロードサイズは、データフィールド1021のサイズである。

ウィンドウサイズフィールド1018は、発信側であるサーバ903がウィンドウ制御を行うのに用いられる。即ち、受信側である移動端末900が返送
25 するACKパケットにおいて、ACK番号ANで始まるデータパケットをどれだけ受け取れる余裕があるかを示す値をウィンドウサイズフィールド1018に設定してサーバ903に通知する。

図3は、サーバ903が行うウインドウ制御を説明する図である。図3において、サーバ903は、手順S1110において、送信ウインドウサイズ1100として送信ウインドウサイズ=7と設定し、その送信ウインドウサイズ1100分のデータパケット1101からデータパケット1107までを順に
5 送信する。なお、図3において、網掛け部分は送信済みかつ受信確認されていないデータパケットを示し、白部分は未送信データパケットを示し、斜線部分は受信確認されたデータパケットを示す。

サーバ903は、次の手順S1111において、ACKパケットの受信によって移動端末900が先頭のデータパケット1101を受信したことを確認
10 する。サーバ903は、移動端末900から受信したACKパケットのACK番号ANとウインドウサイズとから、移動端末900が新たに受信できるデータパケットの開始番号と数を取得し、このデータパケットの数だけ送信ウインドウを更新する。

そして、次の手順S1112において、サーバ903は、更新したことによって送信ウインドウ内となった送信データパケット1108を新たに送信する。
15

さて、図4は、図1に示す移動端末900が非対称通信路にTCPを適用した従来のパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。図1に示した移動端末900は、図4に示すように、IP部1210、TCP部1220、
20 アプリケーション部1230、送信バッファ1240及び読み出し部1241を備えている。TCP部1220は、データパケット受信部1221を備えている。

IP部1210は、下り回線911を介して受信したIPパケットにIP処理を施してデータパケット受信部1221に送る。また、IP部1210は、
25 データパケット受信部1221から受信したACKパケットにIPヘッダを付けて送信バッファ1240に送る。

データパケット受信部1221は、IP部1210から受信したデータパケ

ットにTCP処理を施してアプリケーション部1230に送るとともに、データパケットを受信する度に、ACKフラグを立ててACK番号ANとウィンドウサイズを設定したACKパケットを生成し、IP部1210に送信する。なお、以降の説明では、ACKパケットでは、ウィンドウサイズフィールド10
5 18にACKパケットを受信したサーバ903がACK番号ANの更新分だけ送信ウィンドウを更新するような指定があるとし、ACK番号ANのみを取り上げることとする。

アプリケーション部1230は、ユーザパケットを処理するアプリケーション層である。

10 送信バッファ1240は、IP部1210から受信したACKパケットを蓄積する。読み出し部1241は、上り回線912の回線速度に応じて送信バッファ1240からACKパケットを読み出し、上り回線912にACKパケットを送出する。

次いで、図5と図6を参照して、図1に示した移動通信システムにおいて、
15 TCPを用いたパケット通信を行なう場合の通信手順について説明する。なお、図5は、図1に示すサーバ903と移動端末900との間で行われる従来のパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図である。図6は、図5に示す手順S1362から手順S1365までの区間における図4に示す送信バッファ1240の状態を説明する図である。

20 なお、図5では、説明を簡単化するために、データパケットのペイロードサイズを全て1〔byte〕とし、送信ウィンドウサイズを“7”とした。サーバ903と移動端末900の間にある矢印はパケットの送信と送信方向を表し、矢印の傾きはサーバ903と移動端末900の間の伝搬遅延を表している。

また、図6では、図5に示す手順S1362から手順S1365までの区間
25 において、移動端末900が生成したACKパケットを送信バッファ1240に蓄積し、読み出し部1241を介して上り回線912に送出する様子が示されている。なお、読み出し部1241の右側が送信バッファ1240を表し、

左側が上り回線 9 1 2 を表している。

サーバ 9 0 3 は、手順 S 1 3 8 1 において、送信ウィンドウサイズ “7” に
応じた 7 個のデータパケット（データパケット（SN=1）8 0 1 からデータ
パケット（SN=7）8 0 7）を移動端末 9 0 0 に順々に送信する。

- 5 移動端末 9 0 0 では、手順 S 1 3 6 1 において、先頭のデータパケット（S
N=1）8 0 1 を受信するので、直後の手順 S 1 3 6 2 において ACK パケッ
ト 1 3 4 1 を生成する。手順 S 1 3 6 1 から手順 S 1 3 6 2 までの間隔は、デ
ータパケットを受信してから ACK パケットを生成するまでの処理遅延であ
る。ACK パケット 1 3 4 1 の ACK 番号フィールドには、次に受信すること
10 が期待されるデータパケットのシーケンス番号 SN “2” である ACK 番号 A
N が設定される。

- 図 6 に示すように、生成された ACK パケット（AN=2）1 3 4 1 は送信
バッファ 1 2 4 0 に蓄積される。送信バッファ 1 2 4 0 での待ち合わせはない
ので、読み出し部 1 2 4 1 によって直ちに上り回線 9 1 2 への送出手開始され
15 る。移動端末 9 0 0 では、ACK パケット（AN=2）1 3 4 1 の送出中に次
のデータパケット（SN=2）8 0 2 を受信するので、次の手順 S 1 3 6 3 に
おいて、移動端末 9 0 0 は、ACK パケット（AN=3）1 3 4 2 を生成し、
送信バッファ 1 2 4 0 に蓄積する。

- このとき、図 6 に示すように、読み出し部 1 2 4 1 は、ACK パケット（A
20 N=2）1 3 4 1 の送出中であるので、新たに生成した ACK パケット（AN
=3）1 3 4 2 は、送信バッファ 1 2 4 0 において送出を待ち合わせる。

- 次の手順 S 1 3 6 4 においても、移動端末 9 0 0 は、受信したデータパケッ
ト（SN=3）1 3 0 3 に対する ACK パケット（AN=4）1 3 4 3 を生成
するが、図 6 に示すように、ACK パケット（AN=2）1 3 4 1 の送出中で
25 あるので、送信バッファ 1 2 4 0 において、今回生成した ACK パケット（A
N=4）1 3 4 3 は前回待ち合わせた ACK パケット（AN=3）1 3 4 2 の
次に送出を待ち合わせる。

そして、手順S 1 3 6 5において、読み出し部1 2 4 1は、ACKパケット (AN=2) 1 3 4 1の送出を終了すると同時に、待ち合わせしていたACKパケット (AN=3) 1 3 4 2の送出を開始する。手順S 1 3 6 2と手順S 1 3 6 5の間隔は、読み出し部1 2 4 1がACKパケットを上り回線9 1 2に送出するのに要する時間である。

ACKパケット (AN=2) 1 3 4 1の全てがサーバ9 0 3に受信されるまでには、手順S 1 3 6 5から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ9 0 3では、手順S 1 3 6 5から伝搬遅延分の時間を経過した手順1 3 8 2にてACKパケット (AN=2) 1 3 4 1を受信し、それに基づき次のデータパケット (SN=8) 1 3 0 8を送信する。

図6では示されていないが、読み出し部1 2 4 1は、手順S 1 3 6 6において、ACKパケット (AN=3) 1 3 4 2の送出を終了し、同時に、ACKパケット (AN=4) 1 3 4 3の送出を開始する。

サーバ9 0 3では、手順S 1 3 6 6から伝搬遅延分の時間を経過した手順1 3 8 3にてACKパケット (AN=3) 1 3 4 2を受信し、それに基づき次のデータパケット (SN=9) 8 0 9を送信する。

以降、同様に、読み出し部1 2 4 1は、ACKパケットを送出終了する度に、送信バッファ1 2 4 0において送出を待ち合わせていたACKパケットの送出を開始する。図5では、手順S 1 3 6 7におけるACKパケット (AN=4) 1 3 4 3の送信以外は省略している。

サーバ9 0 3では、手順S 1 3 6 7から伝搬遅延分の時間を経過した手順1 3 8 4にてACKパケット (AN=4) 1 3 4 3を受信し、それに基づき次のデータパケット (SN=10) 8 1 0を送信する。以降、同様に、サーバ9 0 3では、ACKパケットを受信する度に新しいデータパケットを送信する。

このように、移動端末9 0 0が新たに生成したACKパケットはその時点で最新の受信確認情報 (シーケンス番号SN) を含んでいる。しかし、新たに生成したACKパケットは、送信バッファ1 2 4 0に一旦蓄積され、以前に生成

された全てのACKパケットを上り回線912に送出し終わってから送信される。つまり、送信バッファ1240にACKパケットが蓄積されている間は、移動端末900は最新の受信確認情報（シーケンス番号SN）をサーバ903に送信することができない。

- 5 一方、サーバ903では、データパケット（SN=7）807を送信した時点で送信ウインドウサイズ分のデータパケットを送信し終えている。その後は、新たにACKパケットを受信し、そのACK番号ANを見て送信ウインドウを1パケット分更新し、新たなデータパケットを送信する。

- したがって、サーバ903では、送信ウインドウサイズ分のデータパケット
10 を送信し終えた後に、データパケットを送信できる間隔は、手順1382，手順1383，手順1384に示すように、移動端末900が1つのACKパケットを送出するのに要する時間と等しい間隔になる。

一般的なTCPでは、送信するACKパケットの数を減らすために非特許文献1において開示されている遅延ACK技術を使用している。

- 15 この遅延ACK技術を用いると、サーバ903からデータパケットを受信している移動端末900は、ACKパケットの平均生成間隔が2倍になり、1つおきのデータパケット受信の度にACKパケットを生成する。また、移動端末900が送信する1つのACKパケットは、2つのデータパケットに対する受信確認情報を格納する。

- 20 したがって、この遅延ACK技術により、移動端末900においては、送信バッファ1240でのACKパケットの蓄積数が半減し、サーバ903においては、1つのACKパケットを受信したことに伴う送信ウインドウの更新幅は2パケット分になるが、基本的な動作は図5、図6を用いて説明した通信手順と同じである。

- 25 しかしながら、非対称通信路にTCPを適用したパケット通信を行なう場合、上記従来の通信手順では、サーバ903は、送信ウインドウサイズ分のデータパケットを送信し終わると、以降は、ある一定値以上の平均送信TCPスルー

ブットが得られないという問題がある。

その理由は、サーバ 903 は、移動端末 900 が 1 つの ACK パケットを送出するのに要する時間の間隔で送信ウィンドウを更新するが、1 つの ACK パケットを受信したことに伴う送信ウィンドウの更新幅が常に 1 パケット分であるということである。これは 1 つの ACK パケットが 1 パケット分の受信確認情報しか含まないためである。

例えば、平均送信スループットを大きくすることを期待して下り回線 911 の回線速度を速くしたとしても、送信ウィンドウの更新間隔は変わらず、1 つの ACK パケットの受信による送信ウィンドウの更新幅も変わらないため、平均送信 TCP スループットも変わらない。

上記パケット通信に遅延 ACK 技術を適用した場合、サーバ 903 において、1 つの ACK パケットを受信したことに伴う送信ウィンドウの更新幅が 2 パケット分になるため、平均送信 TCP スループットは改善されるものの、送信ウィンドウの更新間隔は 1 つの ACK パケットを送出するのに要する時間のまま変わらない。

したがって、遅延 ACK 技術を用いた場合でも、下り回線 911 の回線速度を速くしても、平均送信 TCP スループットの改善の程度には制限があり、システムが期待するスループットが得られないという問題がある。

20 発明の開示

本発明は、これらの問題点を解決するものであり、サーバと非対称パケット通信を行う場合に、サーバにおいてシステムの期待する平均送信 TCP スループットを得ることができるよう ACK パケットの送信抑制制御が行えるパケット通信装置を提供することを目的とする。

25 本発明の一形態によれば、パケット通信装置は、非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線に ACK パケットを送信するパケット通信装置において、送信する ACK パケットのサイ

- ズ及び送信回線の回線速度を保持する手段と、前記ACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する手段と、前記算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返し行い、1周期の満了毎に満了信号を出力するタイマと、前記満了信号が
- 5 入力する度に、その入力期間内に受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成し送信段に送信する送信手段と、を具備する。

- 本発明の他の形態によれば、パケット通信装置は、非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACK
- 10 パケットを送信するパケット通信装置において、データパケットの受信毎に生成されるACKパケットを順に蓄積し先に蓄積したACKパケットから順に送信段に送り込む蓄積手段と、前記蓄積手段に新たに生成したACKパケットを蓄積する際に、最後に蓄積した直前ACKパケットと新たに蓄積する新ACK
- 15 除して新ACKパケットを蓄積し、一致したときは前記蓄積手段へ新ACKパケットを追加して蓄積する蓄積制御手段と、を具備する。

図面の簡単な説明

- 図1は、非対称通信路にTCPを適用した従来のパケット通信方法を説明する
- 20 ために用いる移动通信システムの構成例を示すブロック図、
- 図2は、TCPパケットのフォーマット、
- 図3は、サーバが行うウィンドウ制御を説明する図、
- 図4は、図1に示す移動端末が非対称通信路にTCPを適用した従来のパケット通信を実施する構成を示すブロック図、
- 25 図5は、図1に示すサーバと移動端末との間で行われる従来のパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図、
- 図6は、図5に示す手順S1362から手順1365までの区間における図

1 2 に示す送信バッファの状態を説明する図、

図 7 は、本発明の実施形態 1 に係る非対称通信路に T C P を適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図、

- 5 図 8 は、図 7 に示した移動端末が非対称通信路に T C P を適用した本実施の形態 1 によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図、

図 9 は、図 8 に示す演算部の動作例を示すフローチャート、

図 10 は、図 7 に示すサーバと移動端末との間で行われる本実施の形態によるパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図、

- 10 図 11 は、図 10 に示す手順 S 4 6 2 から手順 4 6 4 までの区間における図 1 に示す送信バッファの状態を説明する図、

図 12 は、本発明の実施形態 2 に係る非対称通信路に T C P を適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図、

- 15 図 13 は、図 12 に示した移動端末が非対称通信路に T C P を適用した本実施の形態 2 によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図、

図 14 は、図 13 に示す書き込み部の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- 20 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。
なお、本発明は、この実施の形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の形態で実施することができる。

- 本発明の骨子は、通信装置がサーバと非対称パケット通信を行う場合に、通信装置が下記 (1) ~ (3) に示す方法によって A C K パケットの送信を抑制
25 し、サーバがシステムの期待する平均送信 T C P スループットを得ることができるようになることである。

(1) 通信装置が、送信回線に送出する A C K パケットのサイズ及び送信回

線の回線速度を元にACKバケット生成間隔を算出し、算出したACKバケット生成間隔の期間内に受信されたデータバケットに対しては応答せず、そのACKバケット生成間隔の期間満了毎に最新の受信確認情報を含ませたACKバケットを生成し、ACKバケット送出段に存する送信バッファに送り込む。

- 5 送信バッファでは待ち合わせなくACKバケットが読み出され、送信回線に送出される。

- (2) 通信装置が、ACKバケット生成段にデータバケットの受信毎に生成されるACKバケットを格納するACKバケット送信バッファを備え、このACKバケット送信バッファにおいて送信待ちのACKバケットと新たに生成
- 10 されたACKバケットとのACK番号を比較して送信待ちのACKバケットを一定の条件下に削除し、新たに生成されたACKバケットをACKバケット送信バッファからACKバケット送出段に存する送信バッファに送り込む。

- (3) 通信装置が、(1)または(2)において、ACKバケットの送信回数をカウントするカウンタを備え、新たに生成したACKバケットと直前のACKバケットとのACK番号を比較し、比較の結果、不一致の場合にはカウン
- 15 タを初期化し、一致した場合にはカウンタを更新することにより、ACKバケット番号が同番のACKバケットが連続した回数をカウントし、そのカウント値が予め設定した値以上のときには、新たに生成したACKバケットを破棄する。これによって、伝送エラーの多い状況下で行われる重複したACKバケ
- 20 トの生成・送信が抑制される。

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1)

- 図7は、本発明の実施の形態1に係る非対称通信路にTCPを適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブ
- 25 ック図である。

移動通信システムでは、図7に示すように、移動端末100は、無線基地局装置101を介して、インターネットプロトコル(IP)を用いてパケットを

転送するネットワーク (IP Network) 102 に接続される。そして、ネットワーク (IP Network) 102 上には、サーバ 103 が存在し、移動端末 100 との間で非対称通信路に TCP を適用したパケット通信が行われる。

- 5 即ち、移動端末 100 は、サーバ 103 が IP Network 102 に送信するデータパケットを無線基地局装置 101 を介して受け取り、ACK パケットを無線基地局装置 101、IP Network 102 を介してサーバ 103 に返送するが、移動端末 100 がデータパケットを受け取る下り回線 111 の回線速度の方が、ACK パケットを返送する上り回線 112 の回線速度より
10 りも高速になっている。

- 図 8 は、図 7 に示した移動端末 100 が非対称通信路に TCP を適用した本実施の形態 1 によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。図 7 に示した移動端末 100 は、図 8 に示すように、IP 部 210、TCP 部 220、アプリケーション部 230、送信バッファ 240、読み出し部 241、
15 制御部 250 及び演算部 251 を備えている。TCP 部 220 は、データパケット受信部 221 と遅延 ACK タイマ部 223 とを備えている。

- IP 部 210 は、下り回線 111 を介して受信した IP パケットに IP 処理を施してデータパケット受信部 221 に送出する。また、IP 部 210 は、データパケット受信部 221 から受信した ACK パケットに IP ヘッダを付けて送信バッファ 240 に送出する。
20

送信バッファ 240 は、IP 部 210 から受信した ACK パケットを蓄積する。読み出し部 241 は、上り回線 112 の回線速度に応じて送信バッファ 240 から ACK パケットを読み出し、上り回線 112 に ACK パケットを送出する。

- 25 制御部 250 は、上り回線 112 の回線速度 ($ru [bit/sec]$) 及び送信する ACK パケットのサイズ ($SA [byte]$) を保持し、それを演算部 251 に送出する。

演算部251は、制御部250から上り回線112の回線速度及び送信するACKパケットのサイズを受け取り、読み出し部241における1つのACKパケットの送信間隔である $8 * SA / ru [sec]$ を算出し、算出結果を遅延ACKタイマ部223に送出する。

- 5 遅延ACKタイマ部223は、演算部251から受け取った算出結果をACKパケット生成間隔としてタイマの周期に設定し、ACKパケット生成間隔を計時する度に、遅延ACKタイマ満了通知をデータパケット受信部221に送り、タイマを再起動する。

データパケット受信部221は、IP部210から受信したデータパケット
10 を、ユーザパケットを処理するアプリケーション層であるアプリケーション部230に送出する。このとき、データパケット受信部221は、1つのデータパケットを受信する度にACKパケットを生成するのではなく、遅延ACKタイマ部223から遅延ACKタイマ満了通知を受け取ったときACKパケットを生成する。

- 15 ここに、データパケット受信部221は、1つ以上のデータパケットを受信した後に遅延ACKタイマ部223から遅延ACKタイマ満了通知を受け取ることになる。そこで、データパケット受信部221は、遅延ACKタイマ満了通知を受け取ると、その直前に受信されたデータパケットのシーケンス番号SNの次のシーケンス番号SNをACK番号ANとするACKパケットを生成し、IP部210に送信する。これによって、ACKパケットの送信量が抑制される。

また、データパケット受信部221は、IP部210から受信したデータパケットにTCP処理を施してアプリケーション部230に送るだけでなく、受信したデータパケットのシーケンス番号SN (Sequence Number) によって
25 損失の有無を監視している。データパケット受信部221は、データパケットの損失を検知した場合、損失を検知した直後にIP部210にACKパケットを送信する。

図9は、図8に示す演算部251の動作例を示すフローチャートである。図9において、演算部251は、制御部250から送信するACKパケットのサイズと上り回線112の回線速度とを取得すると（ステップST301）、送信バッファ240においてACKパケットが蓄積されないようなACKパケット生成間隔である $8 * SA / ru [sec]$ を算出し（ステップST302）、その算出したACKパケット生成間隔を遅延ACKタイマ部223に通知する（ステップST302）。これによって、演算部251にて算出されたACKパケット生成間隔が遅延ACKタイマ223の周期に設定される。

なお、演算部251では、遅延ACKタイマ部223にタイマ周期として設定するACKパケット生成間隔は、次のようにして求めてもよい。即ち、演算部251では、希望するACKパケットの平均送信速度と上り回線112の回線速度との比として定義するACKパケットの帯域占有率 α とするとき、前記算出値（ $8 * SA / ru [sec]$ ）に α を掛けた値（ $8 * \alpha * SA / ru [sec]$ ）を算出し、その算出結果を遅延ACKタイマ部223に送ってもよい。

次いで、図10と図11を参照して、図7に示した移動通信システムにおいて、TCPを用いたパケット通信を行なう場合の通信手順について説明する。なお、図10は、図7に示すサーバ103と移動端末100との間で行われる本実施の形態によるパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図である。図11は、図10に示す手順S462から手順S464までの区間における図1に示す送信バッファ240の状態を説明する図である。

ここで、図10では、説明を簡単化するために、データパケットのペイロードサイズを全て1 [byte]とし、送信ウィンドウサイズを“7”とした。そして、1つのACKパケットを送信するのに要する時間を遅延ACKタイマの周期とした。なお、サーバ103と移動端末100との間にある矢印はパケットの送信と送信方向を表し、矢印の傾きはサーバ103と移動端末100の間の伝搬遅延を表している。

また、図11では、図10に示す手順S462から手順S464までの区間

において、移動端末100が生成したACKパケットを送信バッファ240に蓄積して、読み出し部241を介して上り回線112に送出する様子を示している。なお、読み出し部241の右側が送信バッファ240を表し、左側が上り回線112を表している。

- 5 図10において、「遅延ACKタイマ起動中」と表記する手順S462から手順S463までの区間、手順S463から手順S464までの区間、手順S464から手順S465までの区間等は、遅延ACKタイマ223の周期であり、1つのACKパケットを送出するのに要する時間に設定されている。そして、遅延ACKタイマ223の周期が満了するときに、ACKパケットの生成動作が行われ、それ以外の時ではACKパケットの生成動作が行われない。したがって、サーバ103と移動端末100との間でのパケット通信は、次のようにして行われる。

- サーバ103は、手順S481において、送信ウィンドウサイズ“7”に応じた7個のデータパケット（データパケット（SN=1）401からデータパケット（SN=7）407）を移動端末100に順々に送信する。

- 15 移動端末100では、手順S461において先頭のデータパケット（SN=1）401を受信する。その後の手順S462において、初めて遅延ACKタイマ223が満了する。これによってACKパケット441が生成される。ACKパケット441のACK番号ANには、次に受信することが期待されるデータパケットのシーケンス番号SN“2”であるACK番号ANが設定される。生成されたACKパケット（AN=2）441は、図11に示すように送信バッファ240に蓄積される。送信バッファ240での待ち合わせはないので、読み出し部241によって直ちに上り回線112に送出が開始される。

- 同時に、手順S462において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に満了する手順S463に向かって計時が行われる。遅延ACKタイマ223が起動中である手順S462から手順S463までの期間は、ACKパケット（AN=2）441の送出中である。この期間内にデータパケット（SN=2）

402とデータパケット(SN=3)403とが受信されるが、ACKパケットの生成は行われない。

- 遅延ACKタイマ223が満了する手順S463においてACKパケット(AN=2)441の送出が終了する。ACKパケット(AN=2)441の
5 全てがサーバ103に受信されるまでには、手順S463から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ103では、手順S463から伝搬遅延分の時間を経過した手順482にてACKパケット(AN=2)441を受信する。これは、送信ウィンドウ分の7つのデータパケットを送信した後であるので、サーバ103では、送信ウィンドウの更新を行いながらの送信動作に移行する。
10 即ち、サーバ103は、手順S482において、ACKパケット(AN=2)441のACK番号ANから先頭のデータパケット(SN=1)401の1パケットが受信されたことを認識し、送信ウィンドウを1パケット分更新し、次のデータパケット(SN=8)408を送信する。

- 移動端末100では、遅延ACKタイマ223が満了する手順S463にお
15 いてACKパケットを生成するが、既に1以上のデータパケットを受信しているので、遅延ACKタイマ223が満了する直前に受信したデータパケット(SN=3)403の次のデータパケット(SN=4)からの受信を期待したACKパケット442(AN=4)を生成し、送信バッファ240に蓄積する。

- しかし、このときには、読み出し部241が先に読み出したACKパケット
20 441(AN=2)は、送出を終了している。したがって、今回のACKパケット442(AN=4)は、送信バッファ240で待機させることなく、この手順S463において読み出し部241によって直ちに上り回線112に送出が開始される。

- 同時に、手順S463において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に
25 満了する手順S464に向かって計時が行われる。遅延ACKタイマ223が起動中である手順S463から手順S464までの期間は、ACKパケット(AN=4)442の送出中である。この期間内にデータパケット(SN=4)

404とデータパケット(SN=5)405とが受信されるが、ACKパケットの生成は行われない。

遅延ACKタイマ223が満了する手順S464においてACKパケット(AN=4)442の送出が終了する。ACKパケット(AN=4)442の
5 全てがサーバ103に受信されるまでには、手順S464から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ103では、手順S464から伝搬遅延分の時間を経過した手順S483にてACKパケット(AN=4)442を受信する。

この場合には、AN=4であるので、サーバ103では、データパケット(SN=2)402とデータパケット(SN=3)403の2パケットが受信され
10 たことを認識し、送信ウィンドウを2パケット分更新し、2つのデータパケット(SN=9)409、(SN=10)410を順々に送信する。

移動端末100では、遅延ACKタイマ223が満了する手順S464においてACKパケットを生成するが、既に1以上のデータパケットを受信しているので、遅延ACKタイマ223が満了する直前に受信したデータパケット
15 (SN=5)403の次のデータパケット(SN=6)からの受信を期待したACKパケット443(AN=6)を生成し、送信バッファ240に蓄積する。

しかし、このときには、読み出し部241が先に読み出したACKパケット442(AN=4)は、送出を終了している。したがって、今回のACKパケット443(AN=6)は、送信バッファ240で待機させることなく、この
20 手順S464において読み出し部241によって直ちに上り回線112に送出が開始される。

同時に、手順S464において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に満了する手順S465に向かって計時が行われる。遅延ACKタイマ223が起動中である手順S464から手順S465までの期間は、ACKパケット
25 (AN=6)443の送出中である。この期間内にデータパケット(SN=6)406とデータパケット(SN=7)407とが受信されるが、ACKパケットの生成は行われない。

遅延ACKタイマ223が満了する手順S465においてACKパケット
(AN=6)443の送出が終了する。ACKパケット(AN=6)443の
全てがサーバ103に受信されるまでには、手順S465から伝搬遅延分の時間
を要する。つまり、サーバ103では、手順S465から伝搬遅延分の時間
5 を経過した手順S484にてACKパケット(AN=6)443を受信する。

この場合には、AN=6であるので、サーバ103では、データパケット(S
N=4)404とデータパケット(SN=5)405の2パケットが受信され
たことを認識し、送信ウィンドウを2パケット分更新し、2つのデータパケッ
ト(SN=11)411、(SN=12)412を順々に送信する。以降、移
10 動端末100とサーバ103との間で同様の動作が繰り返される。

このように、本発明の実施の形態1によれば、移動端末100は1つのAC
Kパケットを送信するのに要する時間を元にしてACKパケットの生成間隔
を決定し、直前のACKパケットを上り回線112に送出終了したタイミング
において新たなACKパケットを生成し、上り回線112に送出を開始するよ
15 うにしたので、送信バッファ240にACKパケットが蓄積することを抑制す
ることができる。

また、移動端末100は、ACKパケットを生成するとき、その時点で最新
の受信確認情報をACKパケットに格納し、ACKパケットを生成すると、直
ちに上り回線112に送出を開始することができるので、最新の受信確認情報
20 をサーバ103に伝えるのに要する時間を従来の技術に比べて低減すること
ができる。

このとき、サーバ103は、移動端末100が1つのACKパケットを送出
するのに要する時間間隔で1つのACKパケットを受信し、そのACKパケッ
トが格納する受信確認情報に応じて送信ウィンドウを更新するが、本実施の形
25 態1によれば、1つのACKパケットの受信に伴うウィンドウの更新幅を大き
くすることができる。

例えば、平均送信スループットを大きくすることを期待して下り回線111

の回線速度を速くした場合、移動端末 100 では遅延 ACK タイマの起動中に受信するデータパケット数が多くなるが、それに応じて 1 つの ACK パケットに格納する受信確認情報を多くすることができる。その結果、1 つの ACK パケットの受信に伴うサーバ 103 の送信ウィンドウ更新幅が大きくなるので、

5 システムが希望する平均送信 TCP スループットに到達することが可能となる。

(実施の形態 2)

図 12 は、本発明の実施形態 2 に係る非対称通信路に TCP を適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図である。なお、図 12 では、図 7 に示した構成と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、実施の形態 2 に関わる部分を中心に説明する。

10

図 12 示す移動通信システムでは、図 7 に示した構成の構成において、移動端末 100 に代えて移動端末 600 が設けられている。この移動端末 600 は、

15 図 13 に示すように構成されている。

図 13 は、図 12 に示した移動端末が非対称通信路に TCP を適用した本実施の形態 2 によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。なお、図 13 では、図 8 に示した構成と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、実施の形態 2 に関わる部分を中心に説明する。

20 図 13 に示す移動端末 600 では、図 8 に示した構成において、制御部 250 と演算部 251 が無く、TCP 部 220 に代えて TCP 部 720 が設けられている。TCP 部 720 は、データパケット受信部 721 と、書き込み部 722 と、ACK パケット送信バッファ 723 とを備えている。

データパケット受信部 721 は、IP 部 210 から受信したデータパケット

25 に TCP 処理を施してアプリケーション部 230 に送るとともに、データパケットを受信する度に、ACK 番号 AN を設定した ACK パケットを生成し、書き込み部 722 に送信する。

書き込み部 7 2 2 は、データパケット受信部 7 2 1 から受信した新たに生成された ACK パケットを ACK パケット送信バッファ 7 2 3 に書き込む。この書き込み処理の際に、書き込み部 7 2 2 は、新たに生成された ACK パケットと直前の ACK パケット（最後に ACK パケット送信バッファ 7 2 3 に書き込まれた ACK パケット）との ACK 番号 AN を比較する。

そして、書き込み部 7 2 2 は、比較結果が不一致の場合は、新たに生成された ACK パケットは、直前の ACK パケットが格納している受信確認情報も暗黙の内に格納していると考えられるので、直前の ACK パケットを ACK パケット送信バッファ 7 2 3 から削除し、新たに生成された ACK パケットを ACK パケット送信バッファ 7 2 3 に書き込む。

即ち、この場合には、例えば、直前の ACK パケットの ACK 番号 AN が 1 0 で、新たに生成した ACK パケットの ACK 番号 AN が 2 0 である場合に、直前の ACK パケットは、「シーケンス番号 SN が 9 以下のデータパケットを移動端末 6 0 0 が受信した」という受信確認情報を格納している。それに対し、新たに生成された ACK パケットは、「シーケンス番号 SN が 1 9 以下のデータパケットを移動端末 6 0 0 が受信した」という受信確認情報を格納している。つまり、新たに生成された ACK パケットは、直前の ACK パケットが格納している受信確認情報も暗黙の内に格納していることになる。それ故、直前の ACK パケットを削除する。

一方、書き込み部 7 2 2 は、比較結果が一致した場合は、新たに生成された ACK パケットは直前の ACK パケットと同じ ACK 番号 AN を持つ重複 ACK パケットであると考えられるので、新たに生成された ACK パケットを ACK パケット送信バッファ 7 2 3 に書き込む。

そして、ACK パケット送信バッファ 7 2 3 に書き込まれた ACK パケットは、ACK パケット送信バッファ 7 2 3 から書き込まれた順序で読み出され、IP 部 2 1 0 に送出される。

次に、図 1 4 を参照して、書き込み部 7 2 2 の動作について説明する。図 1

4は、図12に示す書き込み部の動作例を示すフローチャートである。図14において、書き込み部722は、データケット受信部721から新たに生成されたACKケットを受信したか否かを判断する（ステップST801）。この判断の結果、受信していない場合（ステップST801：No）は本処理
5を終了する。受信した場合（ステップST801：Yes）はステップST802に進み、直前のACKケットがACKケット送信バッファ723に存在するか否かを判断する。

ステップST802での判断結果、直前のACKケットがACKケット送信バッファ723に存在しない場合（ステップST802：No）は、ステップST805に進み、ACKケット送信バッファ723に存在する場合
10（ステップST802：Yes）はステップST803に進む。

ステップST803では、新たに生成されたACKケットと直前のACKケットとのACK番号ANを比較し、ACK番号ANが一致するか否かを判断する。つまり、新たに生成されたACKケットが重複ACKケットである
15るか否かを判断する。この判断結果、重複ACKケットである場合（ステップST803：Yes）は、ステップST805に進み、重複ACKケットではない場合（ステップST803：No）はステップST804に進む。

ステップST804では、ACKケット送信バッファ723に存在していた直前のACKケットを削除してステップST805に進む。ステップST805では、新たに生成されたACKケットをACKケット送信バッファ723に書き込み、本処理を終了する。
20

本実施の形態2に係るケット通信手順は、図10に示した実施の形態1に係るケット通信手順と基本的に同じであるため説明を省略する。ACK
25ケットを生成するトリガが変わるだけであり、どちらの場合も送出するACKケットに最新の情報を格納することができる。

このように、本実施の形態2によれば、移動端末600のTCP部に設けた

ACKパケット送信バッファ723においては、新しいACKパケットが古いACKパケットを上書きするため、最新の受信確認情報を含んでいるACKパケットだけが存在する。読み出し部741は、ACKパケットを送出終了すると、ACKパケット送信バッファ723からACKパケットを受信し上り回線
5 112に送出開始するので、最新の受信確認情報をサーバ103に伝えることができる。

サーバ103は、移動端末600が1つのACKパケットを送出するのに要する時間の間隔で1つのACKパケットを受信し、そのACKパケットが格納している受信確認情報に応じて送信ウインドウを更新する。よって、例えば、
10 平均送信スループットを大きくすることを期待して下り回線111の回線速度を速くした場合、ACKパケット送信バッファに書き込まれるACKパケット数が多くなるが、最後に書き込まれたACKパケット以外は破棄され、最後に書き込まれたACKパケットが格納している受信確認情報が多くなる。これによって、1つのACKパケットの受信に伴うサーバ103の送信ウインドウ
15 更新幅が大きくなるので、システムが希望する平均送信TCPスループットに到達することが可能となる。

ここで、移動端末100、600では、データパケット受信部221、721は、データパケットの損失を検知すると、直前のACKパケットと同じACK番号ANを持つ複数のACKパケットを重複して生成する。この場合、TCP
20 Pのアルゴリズムに従えば、サーバ103が重複ACKパケットの受信によって輻輳を検知するためには、連続した三個の重複ACKパケットが受信できれば十分である。

そこで、データパケット受信部221、721は、ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタを備え、新たに生成したACKパケットと直前のACK
25 CKパケットとのACK番号を比較し、比較の結果、不一致の場合にはカウンタを初期化し、一致した場合にはカウンタを更新することにより、同番のACKパケットが連続した回数をカウントし、そのカウント値が予め設定した値以

上のときには、新たに生成したACKパケットを破棄するようにしてもよい。

- これによれば、データパケットの損失を検知して連続して N ($N > 3$) 個以上の重複ACKパケットを生成した場合には、 N 個目以降の重複ACKパケットについてはIP部210に送信せずに破棄することができるので、伝送エラーの多い状況下で行われる重複したACKパケットの生成・送信が抑制でき、無駄なACKパケットの送信をさらに抑制することができる。

- なお、移動端末100, 600のハードウェア構成は、任意であって、特に限定されない。例えば、移動端末100, 600は、CPUや記憶装置（ROM、RAM、ハードディスク、その他の各種記憶媒体）を備えたコンピュータによって実現される。このように移動端末100, 600がコンピュータによって実現される場合、移動端末100, 600は、その動作を記述したプログラムをCPUが実行することによって所定の動作を行なう。

本明細書は、2003年6月9日出願の特願2003-163214に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

15

産業上の利用可能性

ACKパケットの送信を抑制する制御が行えるので、サーバにおいてシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができる。

請求の範囲

1. 非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、
5 送信するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度を保持する保持手段と、前記ACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する算出手段と、前記算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返し行い、1周期の満了毎に満了信号を出力する計時手段と、前記満了信号が入力する度に、その入力期間内に受
10 信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成して送信段に送信する送信手段と、を具備することを特徴とするパケット通信装置。
2. 非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、
15 データパケットの受信毎に生成されるACKパケットを順に蓄積し、先に蓄積したACKパケットから順に送信段に送り込む蓄積手段と、前記蓄積手段に新たに生成したACKパケットを蓄積する際に、最後に蓄積した直前ACKパケットと新たに蓄積する新ACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは直前ACKパケットを削除して新ACKパケットを蓄積し、一致したとき
20 は前記蓄積手段へ新ACKパケットを追加して蓄積する蓄積制御手段と、を具備することを特徴とするパケット通信装置。
3. ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタと、新たに生成したACKパケットと直前に生成したACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは前記カウンタをリセットし、一致のときは前記カウンタを更新する
25 更新手段と、前記カウンタのカウント値が設定値を超えるとき新たに生成したACKパケットを破棄する手段と、を具備することを特徴とする請求範囲1記載のパケット通信装置。

4. ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタと、新たに生成したACKパケットと直前に生成したACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは前記カウンタをリセットし、一致のときは前記カウンタを更新する更新手段と、前記カウンタのカウント値が設定値を超えるとときに新たに生成したACKパケットを破棄する手段と、を具備することを特徴とする請求範囲2記載のパケット通信装置。

1/14

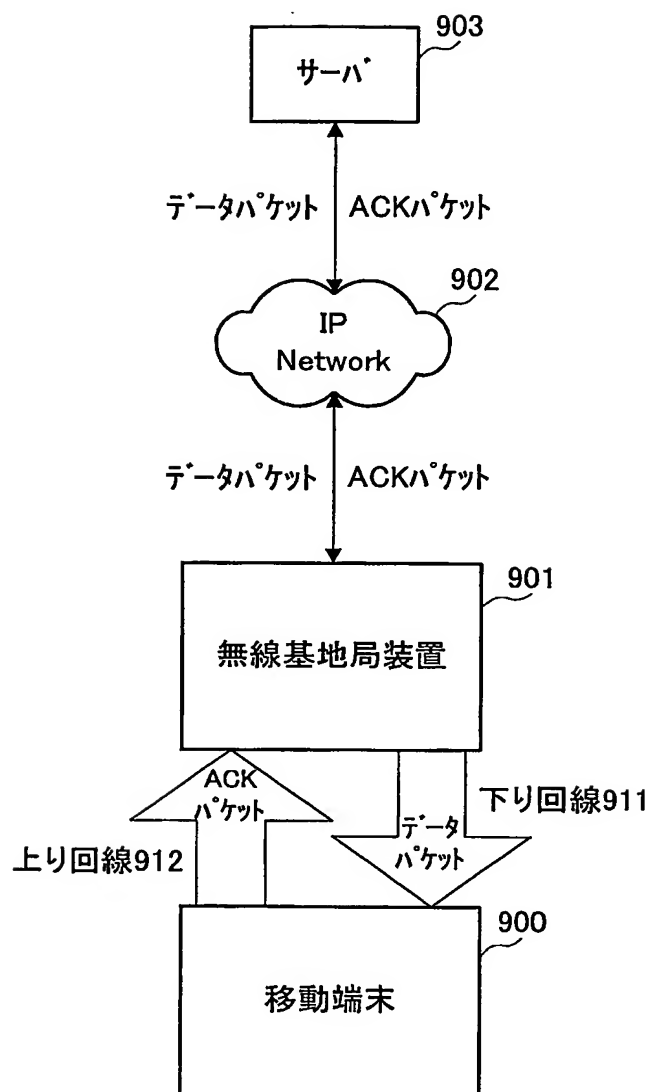


図1

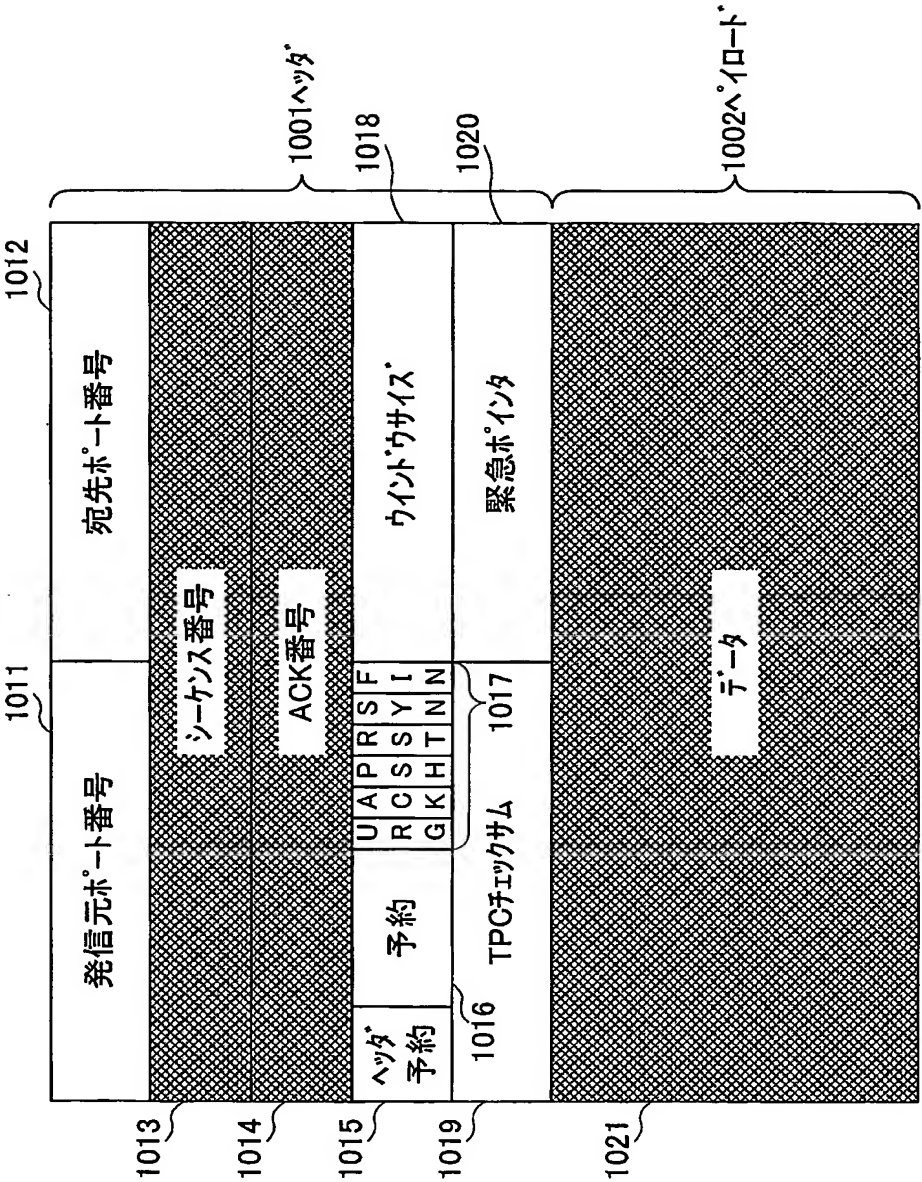


図2

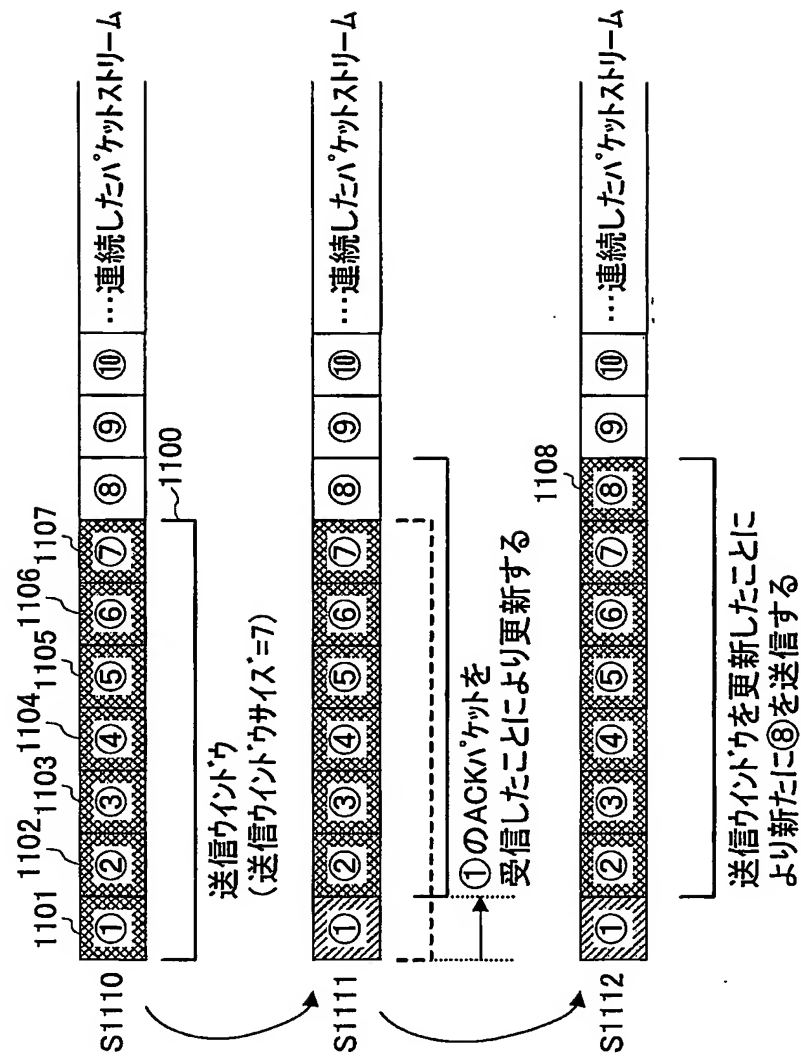


図3

4/14

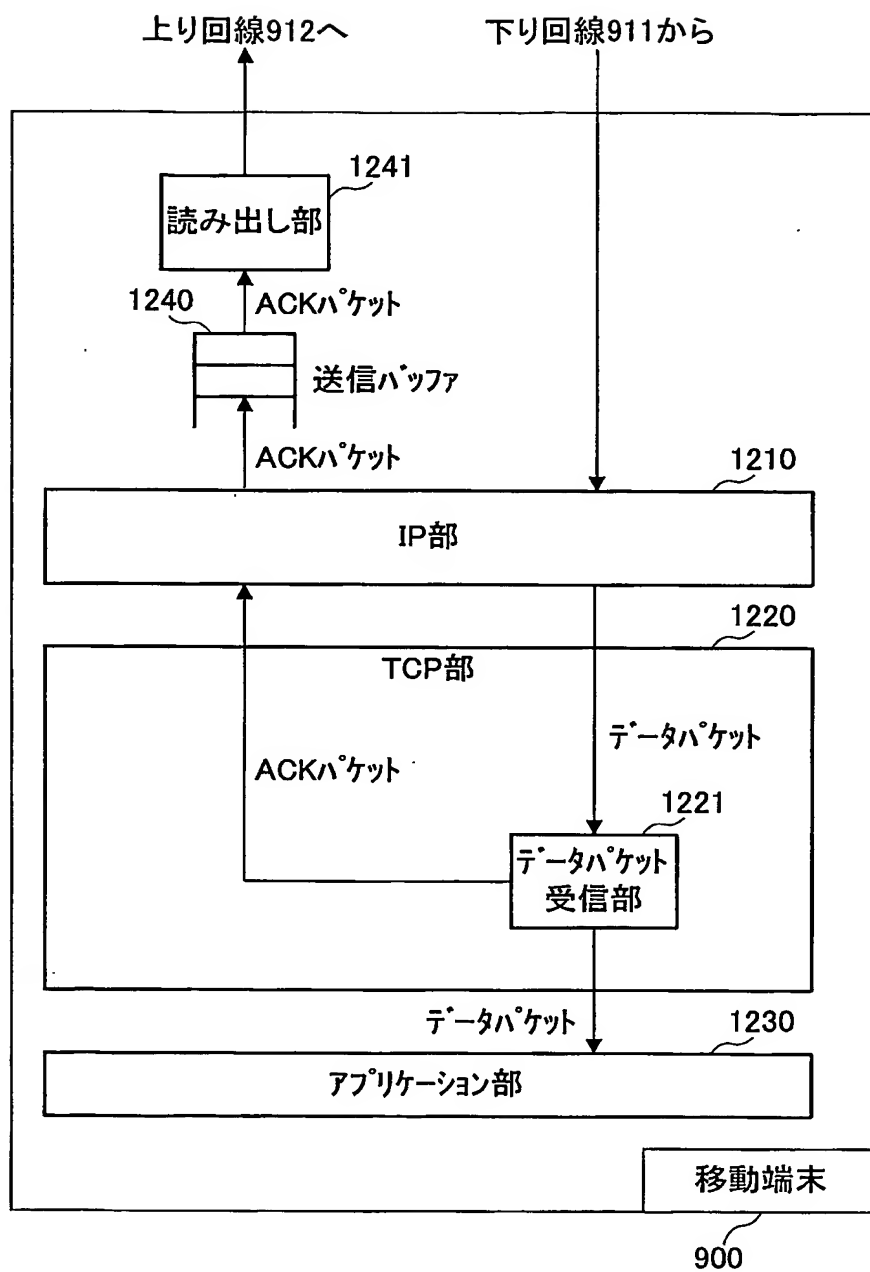


図4

5/14

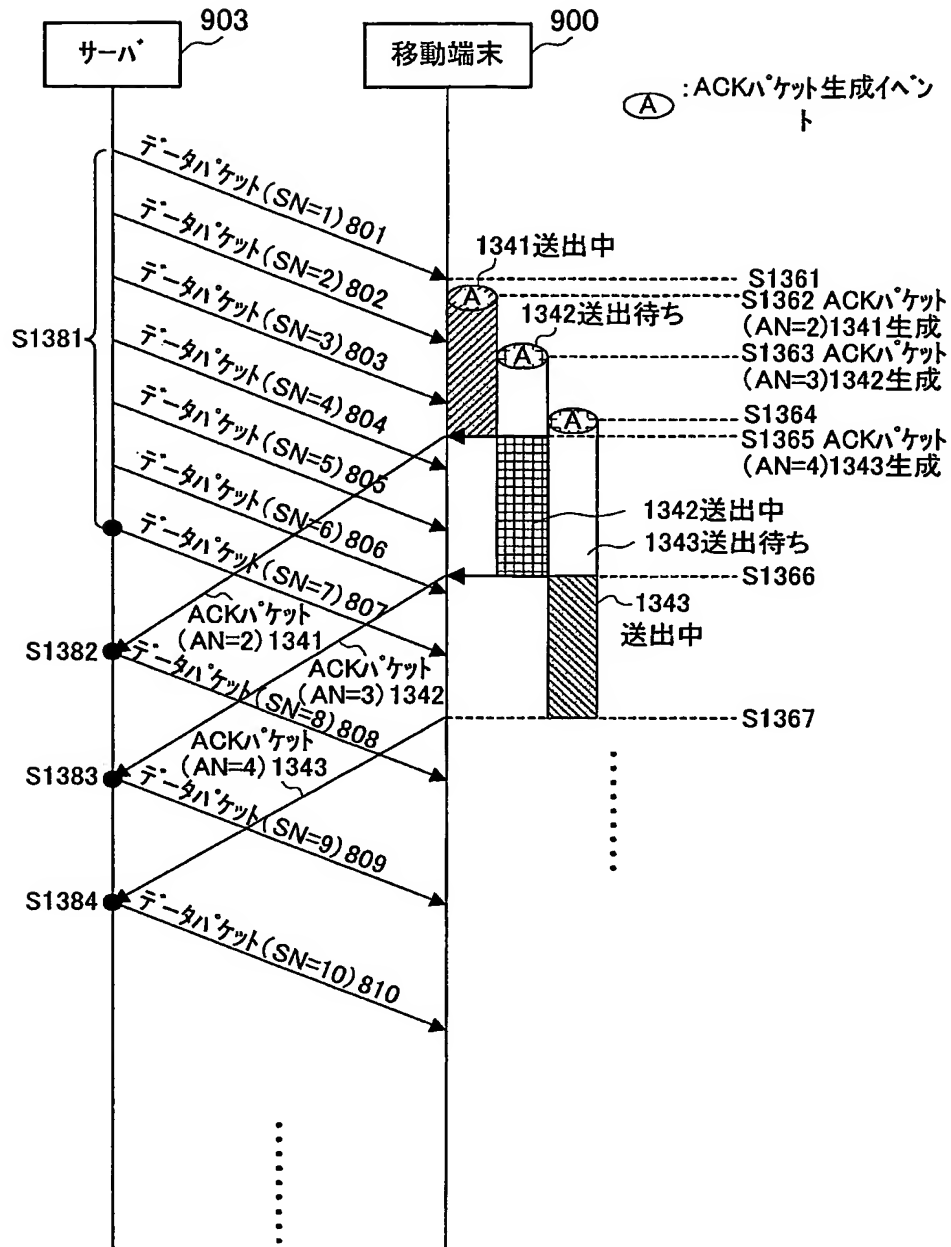


図5

6/14

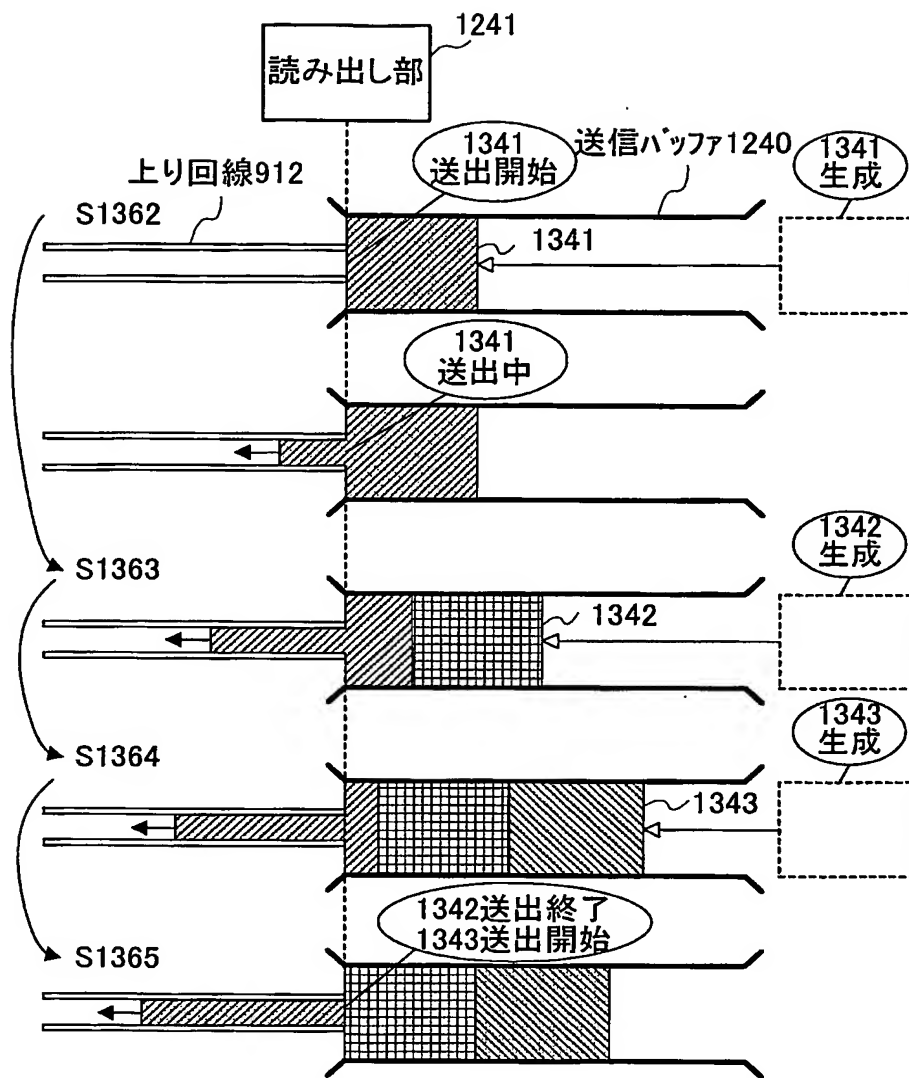


図6

7/14

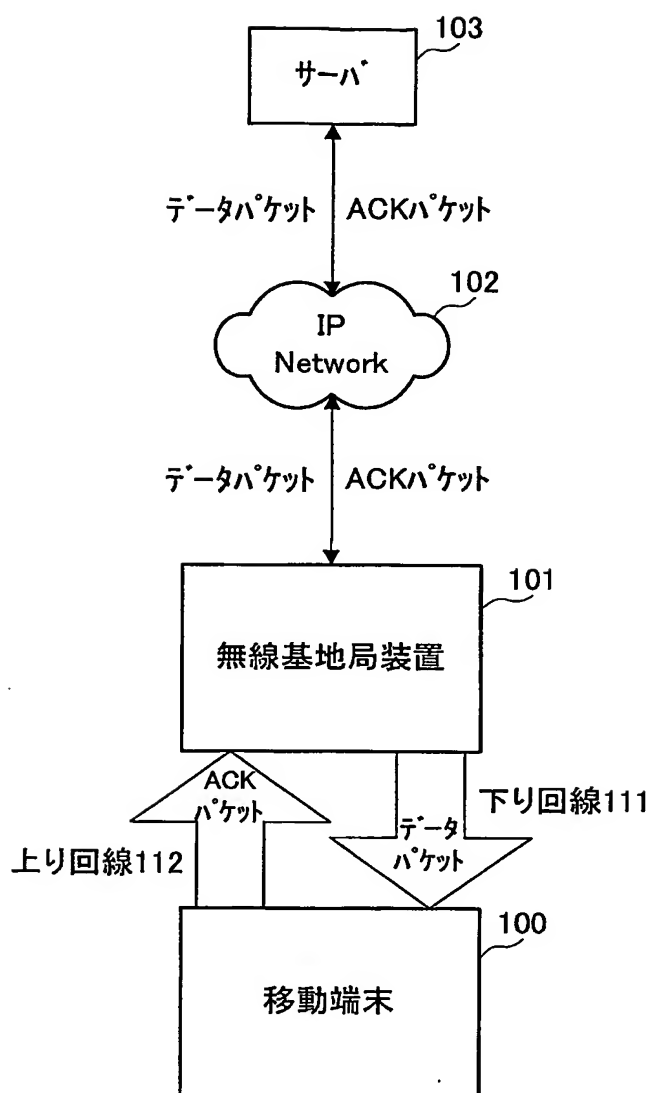


図7

8/14

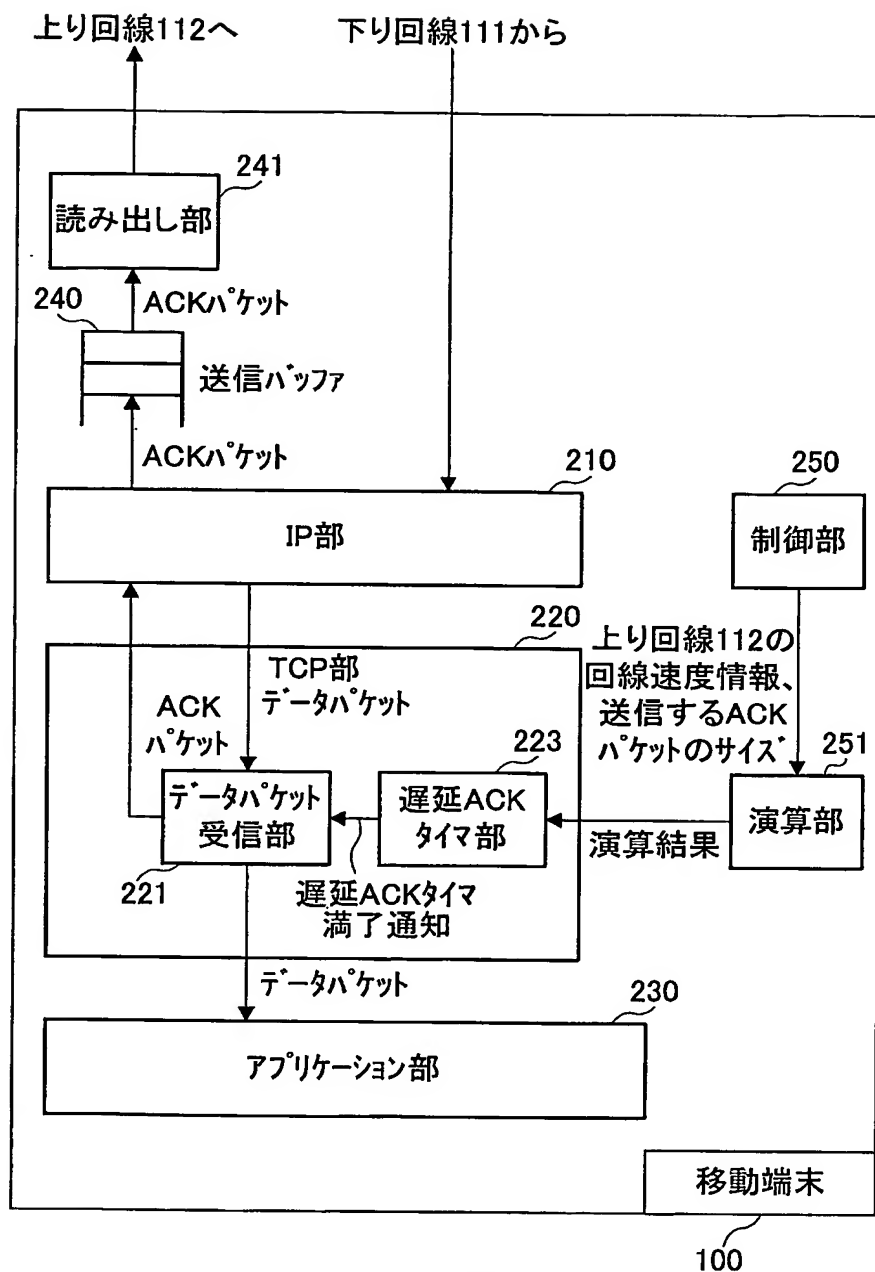


図8

9/14

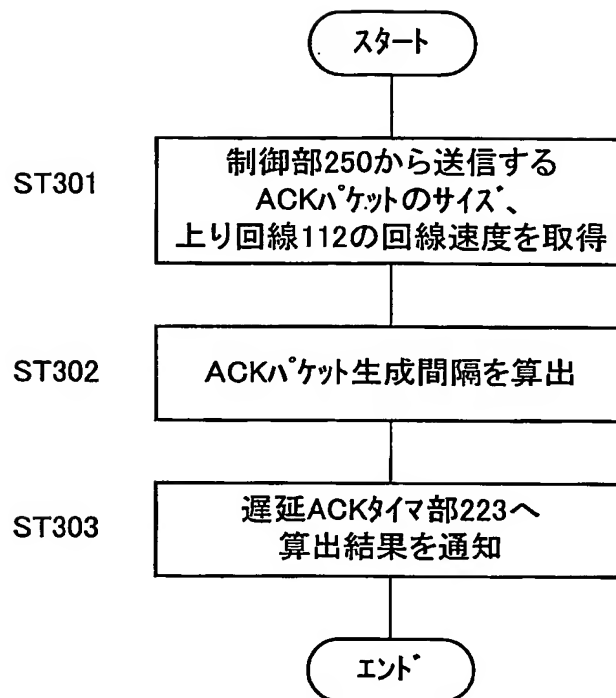


図9

10/14

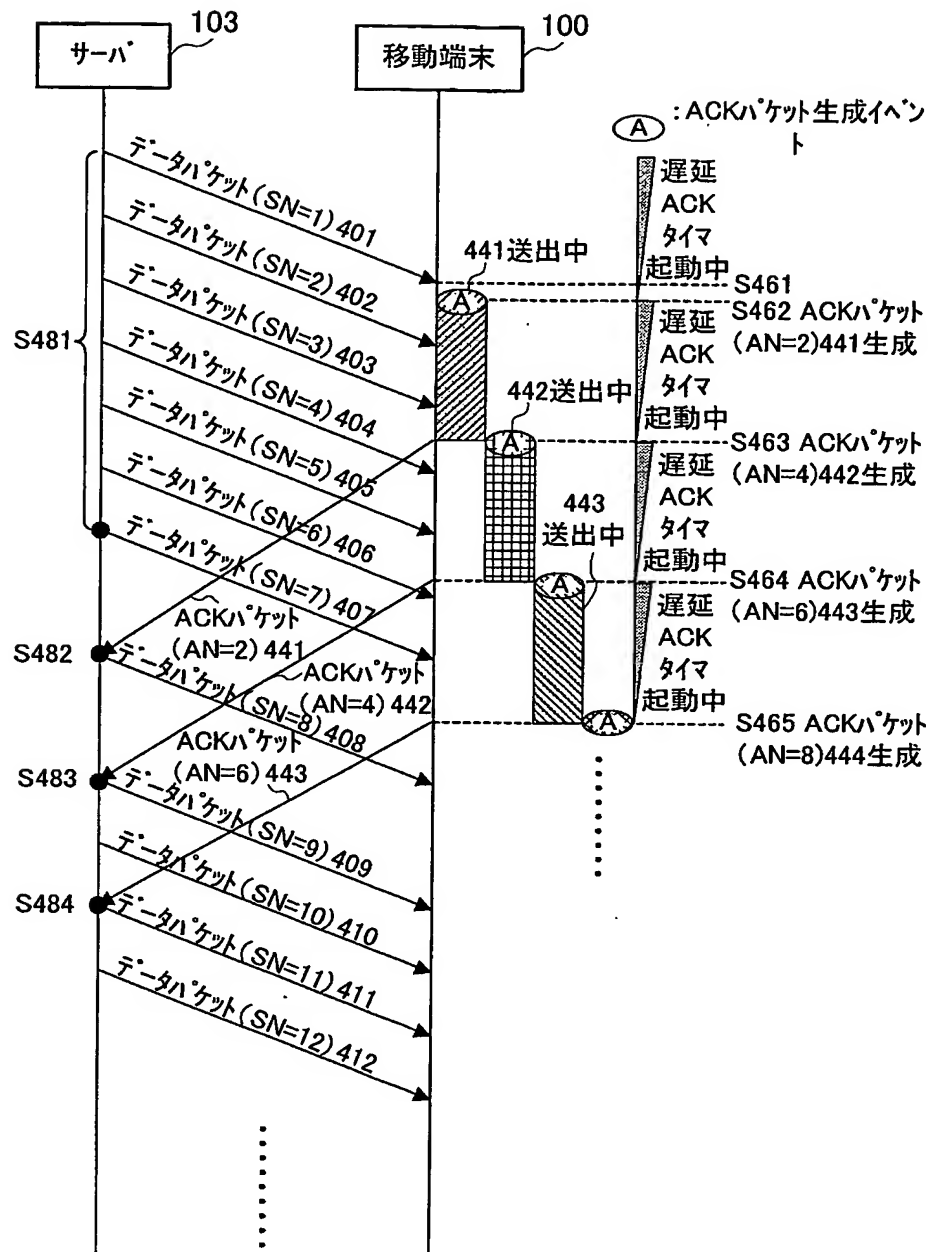


図10

11/14

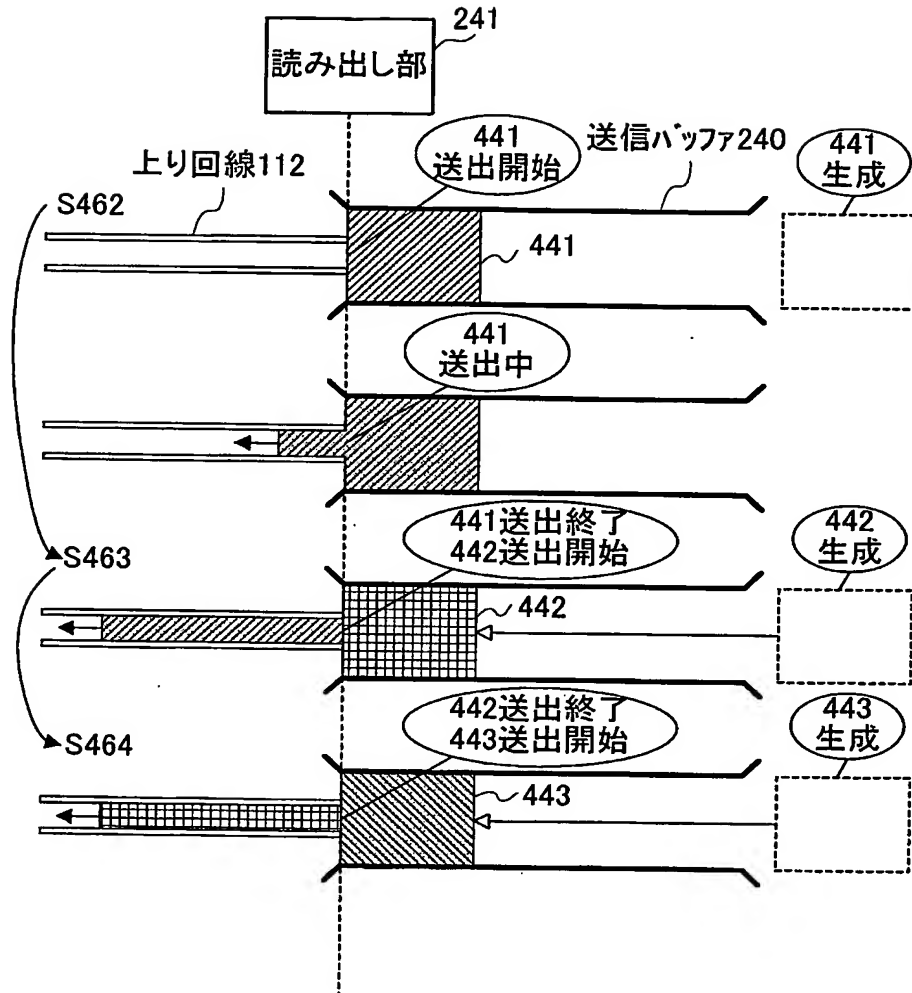


図11

12/14

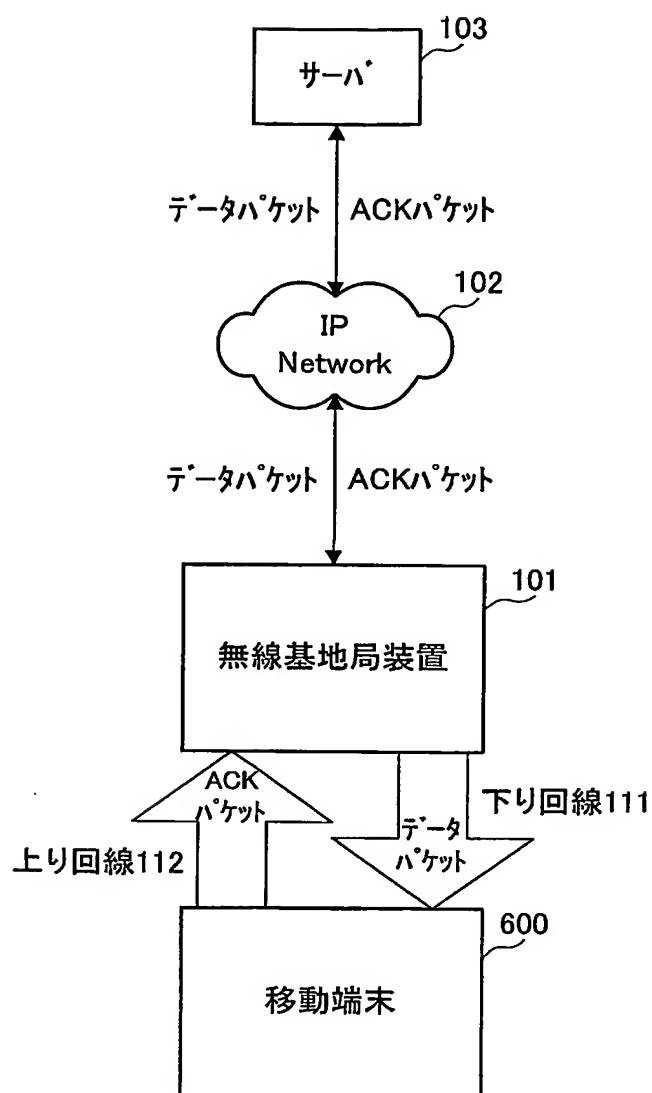


図12

13/14

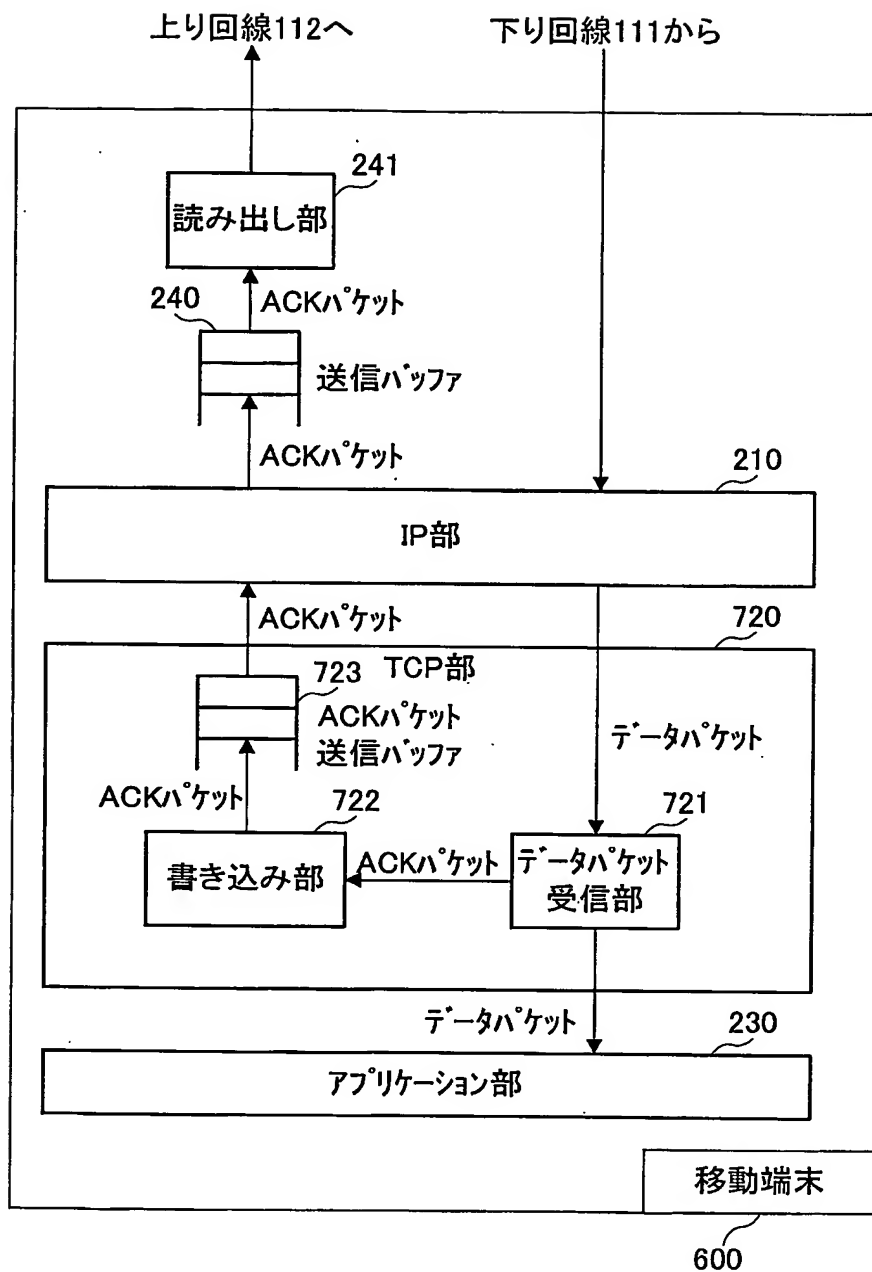


図13

14/14

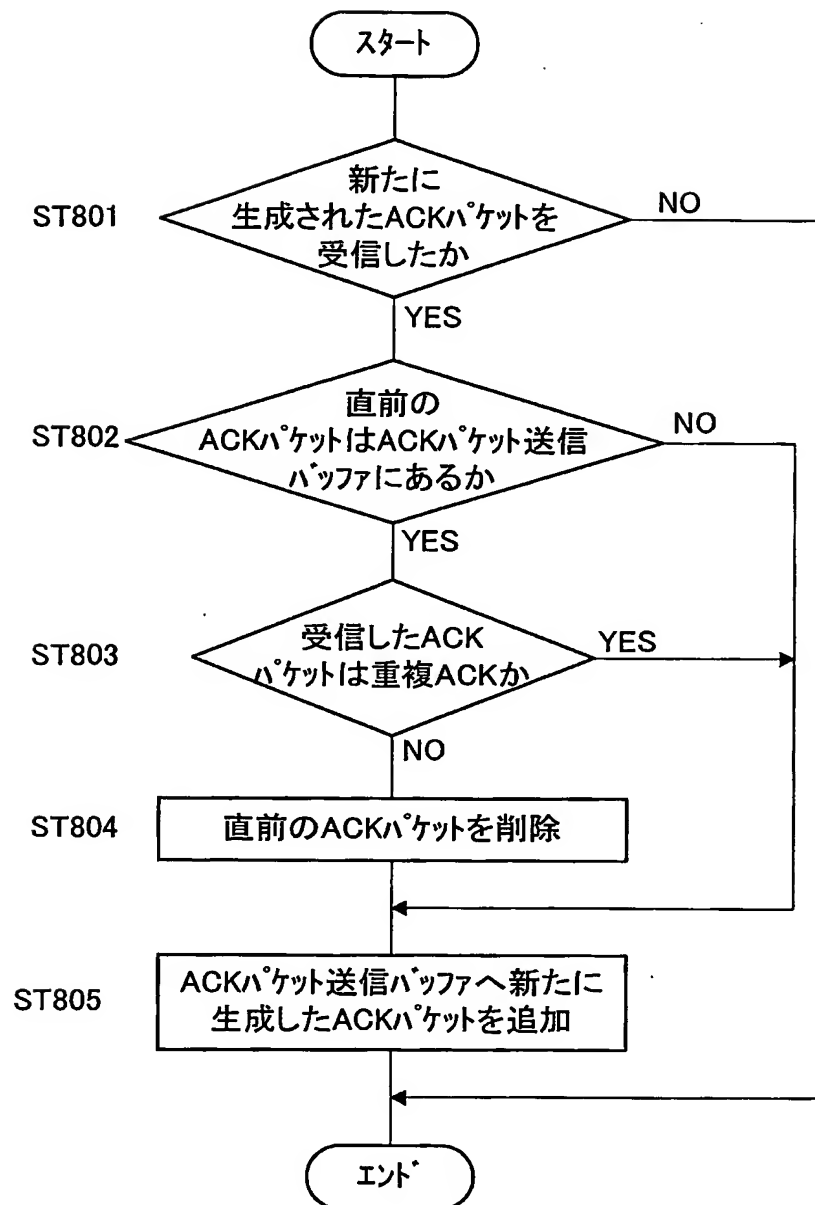


図14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L29/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04L29/02Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | JP 2000-022744 A (Toshiba Corp.), | 2 |
| A | 21 January, 2000 (21.01.00), Claim 1; Par. Nos. [0011], [0029] to [0036] (Family: none) | 4 |
| A | JP 60-223351 A (Ricoh Co., Ltd.), 07 November, 1985 (07.11.85), Page 1, lower left column, lines 4 to 13; page 2, upper right column, line 10 to page 3, upper left column, line 5 (Family: none) | 1, 3 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 August, 2004 (25.08.04)Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008365

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet.)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008365

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

When "the packet communication device" according to the invention of claim 1 is compared to the "packet communication device" according to the invention of claim 2, the technical feature common to them relates to "a packet communication device for receiving a data packet from a high-speed reception line in an asymmetric packet communication path and transmitting an ACK packet to a low-speed transmission line." This common technical feature makes no contribution over the prior art as is shown in various documents. Accordingly, this technical feature cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there exists no technical feature common to all the claims.

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen. It is obvious that claims 1-4 do not satisfy the requirement of unity of invention.

It should be noted that the inventions of claims 1 and 3 constitute one group of inventions while the inventions of claims 2 and 4 constitute another group of inventions. That is, this international application includes two groups of inventions.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04L29/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04L29/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年
日本国公開実用新案公報 1971年-2004年
日本国登録実用新案公報 1994年-2004年
日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X | JP 2000-022744 A (株式会社東芝), | 2 |
| A | 2000.01.21 請求項1, 第0011段落, 第0029段落~第0036段落 (ファミリーなし) | 4 |
| A | JP 60-223351 A (株式会社リコー), 1985.11.07 第1頁左下欄第4行目~第13行目, 第2頁右上欄第10行目~第3頁左上欄第5行目 (ファミリーなし) | 1,3 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.08.2004

国際調査報告の発送日

07.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

矢頭 尚之

5K 8838

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

第Ⅲ欄の続き

請求の範囲1の「パケット通信装置」の発明と、請求の範囲2の「パケット通信装置」の発明とを比較すると、共通の事項は「非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置」であり、この共通の事項は引用文献を提示するまでもなく先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通の事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲全てに共通の事項はない。

PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通な事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできず、請求の範囲1-4は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

なお、請求の範囲1、3に記載された発明を一つの発明とし、請求の範囲2、4に記載された発明を一つの発明と認定し、この国際出願の請求の範囲に記載された発明の数は2個とする。

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/008365

09.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月 9日

出願番号
Application Number: 特願2003-163214
[ST. 10/C]: [JP2003-163214]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

REC'D 29 JUL 2004

WIPO

PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋

出証番号 出証特2004-3060987

【書類名】 特許願

【整理番号】 2903140206

【提出日】 平成15年 6月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内

【氏名】 石森 貴之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内

【氏名】 樋口 信一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内

【氏名】 飯田 健一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105050

【弁理士】

【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特願 2 0 0 3 - 1 6 3 2 1 4

ページ： 2/E

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【ブルーフの要否】 要

出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 0 9 8 7

【書類名】 明細書
【発明の名称】 パケット通信装置
【特許請求の範囲】

【請求項1】 非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、

送信するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度を保持する保持手段と、

前記ACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する算出手段と、

前記算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返し、1周期の満了毎に満了信号を出力する計時手段と、

前記満了信号が入力する度に、その入力期間内に受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成して送信段に送信する送信手段と、

を具備することを特徴とするパケット通信装置。

【請求項2】 非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、

データパケットの受信毎に生成されるACKパケットを順に蓄積し、先に蓄積したACKパケットから順に送信段に送り込む蓄積手段と、

前記蓄積手段に新たに生成したACKパケットを蓄積する際に、最後に蓄積した直前ACKパケットと新たに蓄積する新ACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは直前ACKパケットを削除して新ACKパケットを蓄積し、一致したときは直前ACKパケットに新ACKパケットを上書きして蓄積する蓄積制御手段と、

を具備することを特徴とするパケット通信装置。

【請求項3】 ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタと、新たに生成したACKパケットと直前に生成したACKパケットとの一致不

致を比較し、不一致のときは前記カウンタをリセットし、一致のときは前記カウンタを更新する更新手段と、

前記カウンタのカウント値が設定値を超えるとときに新たに生成したACKパケットを破棄する手段と、

を具備することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のパケット通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、TCP (Transmission Control Protocol) を適用した非対称パケット通信路に接続されるパケット通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

非対称パケット通信路にTCPを適用した従来のパケット通信方法を、ここでは、移動通信システムにおいて実施する場合について説明する。図9は、移動通信システムの構成例を示すブロック図である。

【0003】

移動通信システムでは、図9に示すように、移動端末900は、無線基地局装置901を介して、インターネットプロトコル(IP)を用いてパケットを転送するネットワーク(IPネットワーク)902に接続される。そして、ネットワーク(IPネットワーク)902上には、サーバ903が存在し、移動端末900との間で非対称通信路にTCPを適用したパケット通信が行われる。

【0004】

即ち、移動端末900は、サーバ903がIPネットワーク902に送信するデータパケットを無線基地局装置901を介して受け取り、ACKパケットを無線基地局装置901、IPネットワーク902を介してサーバ903に返送するが、移動端末900がデータパケットを受け取る下り回線911の回線速度の方が、ACKパケットを返送する上り回線912の回線速度よりも高速になっている。

【0005】

図10は、TCPパケットのフォーマットである。図10に示すように、TCPパケットは、ヘッダ部1001とペイロード部1002とで構成される。ヘッダ部1001には、発信元ポート番号フィールド1011、宛先ポート番号フィールド1012、シーケンス番号フィールド1013、ACK番号フィールド1014、ヘッダ予約フィールド1015、予約フィールド1016、制御フラグフィールド1017、ウインドウサイズフィールド1018、TCPチェックサムフィールド1019及び緊急ポインタフィールド1020が設けられる。そして、ペイロード部1002には、データフィールド1021が設けられる。

【0006】

以下の説明に係るフィールドは、シーケンス番号フィールド1013、ACK番号フィールド1014、及びウインドウサイズフィールド1018である。シーケンス番号フィールド1013には、データパケットに含まれる最初のデータがユーザの全データ・ストリーム中のどの位置にあるかを示すシーケンス番号SNが設定される。

【0007】

制御フラグフィールド1017中のACKフラグは、ACK番号フィールド1014にACK番号ANが入っていることを示すフラグである。このACKフラグが立っているときにのみ、ACK番号フィールド1014は有効となる。

【0008】

ACK番号フィールド1014に設定されるACK番号ANは、正しく受信したデータパケットを発信側であるサーバ903に示すために、受信側である移動端末900が次に受信することを期待しているデータパケットのシーケンス番号SNである。即ち、ACK番号ANは、連続するデータ・ストリームを構成している受信データパケットの中でシーケンス番号SNが一番新しいデータパケットについて、このデータパケットのペイロードサイズをシーケンス番号SNに加えた値を示す。なお、データパケットのペイロードサイズは、データフィールド1021のサイズである。

【0009】

ウインドウサイズフィールド1018は、発信側であるサーバ903がウイン

ドウ制御を行うのに用いられる。即ち、受信側である移動端末900が返送するACKパケットにおいて、ACK番号ANで始まるデータパケットをどれだけ受け取れる余裕があるかを示す値をウインドウサイズフィールド1018に設定してサーバ903に通知する。

【0010】

図11は、サーバ903が行うウインドウ制御を説明する図である。図11において、サーバ903は、手順S1110において、送信ウインドウサイズ1100として送信ウインドウサイズ=7と設定し、その送信ウインドウサイズ1100分のデータパケット1101からデータパケット1107までを順に送信する。

【0011】

サーバ903は、次の手順S1111において、ACKパケットの受信によって移動端末900が先頭のデータパケット1101を受信したことを確認する。サーバ903は、移動端末900から受信したACKパケットのACK番号ANとウインドウサイズとから、移動端末900が新たに受信できるデータパケットの開始番号と数を取得し、このデータパケットの数だけ送信ウインドウを更新する。

【0012】

そして、次の手順S1112において、サーバ903は、更新したことによって送信ウインドウ内となった送信データパケット1108を新たに送信する。

【0013】

さて、図12は、図9に示す移動端末900が非対称通信路にTCPを適用した従来のパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。図9に示した移動端末900は、図12に示すように、IP部1210、TCP部1220、アプリケーション部1230、送信バッファ1240及び読み出し部1241を備えている。TCP部1220は、データパケット受信部1221を備えている。

【0014】

IP部1210は、下り回線911を介して受信したIPパケットにIP処理を施してデータパケット受信部1221に送る。また、IP部1210は、デー

データパケット受信部1221から受信したACKパケットにIPヘッダを付けて送信バッファ1240に送る。

【0015】

データパケット受信部1221は、IP部1210から受信したデータパケットにTCP処理を施してアプリケーション部1230に送るとともに、データパケットを受信する度に、ACKフラグを立ててACK番号ANとウィンドウサイズを設定したACKパケットを生成し、IP部1210に送信する。なお、以降の説明では、ACKパケットでは、ウィンドウサイズフィールド1018に1データパケットの指定があるとし、ACK番号ANのみを取り上げることとする。

【0016】

アプリケーション部1230は、ユーザパケットを処理するアプリケーション層である。

【0017】

送信バッファ1240は、IP部1210から受信したACKパケットを蓄積する。読み出し部1241は、上り回線912の回線速度に応じて送信バッファ1240からACKパケットを読み出し、上り回線912にACKパケットを送出する。

【0018】

次いで、図13と図14を参照して、図9に示した移動通信システムにおいて、TCPを用いたパケット通信を行なう場合の通信手順について説明する。なお、図13は、図9に示すサーバ903と移動端末900との間で行われる従来のパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図である。図14は、図13に示す手順S1362から手順S1365までの区間における図12に示す送信バッファ1240の状態を説明する図である。

【0019】

なお、図13では、説明を簡単化するために、データパケットのペイロードサイズを全て1 [byte] とし、送信ウィンドウサイズを“7”とした。サーバ903と移動端末900の間にある矢印はパケットの送信と送信方向を表し、矢印の傾きはサーバ903と移動端末900の間の伝搬遅延を表している。

【0020】

また、図14では、図13に示す手順S1362から手順S1365までの区間において、移動端末900が生成したACKパケットを送信バッファ1240に蓄積し、読み出し部1241を介して上り回線912に送出する様子が示されている。なお、読み出し部1241の右側が送信バッファ1240を表し、左側が上り回線912を表している。

【0021】

サーバ903は、手順S1381において、送信ウィンドウサイズ“7”に応じた7個のデータパケット（データパケット（SN=1）801からデータパケット（SN=7）807）を移動端末900に順々に送信する。

【0022】

移動端末900では、手順S1361において、先頭のデータパケット（SN=1）801を受信するので、直後の手順S1362においてACKパケット1341を生成する。手順S1361から手順S1362までの間隔は、データパケットを受信してからACKパケットを生成するまでの処理遅延である。ACKパケット1341のACK番号フィールドには、次に受信することが期待されるデータパケットのシーケンス番号SN“2”であるACK番号ANが設定される。

【0023】

図14に示すように、生成されたACKパケット（AN=2）1341は送信バッファ1240に蓄積される。送信バッファ1240での待ち合わせはないので、読み出し部1241によって直ちに上り回線912への送出が開始される。移動端末900では、ACKパケット（AN=2）1341の送出中に次のデータパケット（SN=2）802を受信するので、次の手順S1363において、移動端末900は、ACKパケット（AN=3）1342を生成し、送信バッファ1240に蓄積する。

【0024】

このとき、図14に示すように、読み出し部1241は、ACKパケット（AN=2）1341の送出中であるので、新たに生成したACKパケット（AN=

3) 1342は、送信バッファ1240において送出を待ち合わせる。

【0025】

次の手順S1364においても、移動端末900は、受信したデータパケット(SN=3)1303に対するACKパケット(AN=4)1343を生成するが、図14に示すように、ACKパケット(AN=2)1341の送出中であるので、送信バッファ1240において、今回生成したACKパケット(AN=4)1343は前回待ち合わせたACKパケット(AN=3)1342の次に送出を待ち合わせる。

【0026】

そして、手順S1365において、読み出し部1241は、ACKパケット(AN=2)1341の送出を終了すると同時に、待ち合わせしていたACKパケット(AN=3)1342の送出を開始する。手順S1362と手順S1365の間隔は、読み出し部1241がACKパケットを上り回線912に送出するのに要する時間である。

【0027】

ACKパケット(AN=2)1341の全てがサーバ903に受信されるまでには、手順S1365から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ903では、手順S1365から伝搬遅延分の時間を経過した手順1382にてACKパケット(AN=2)1341を受信し、それに基づき次のデータパケット(SN=8)1308を送信する。

【0028】

図14では示されていないが、読み出し部1241は、手順S1366において、ACKパケット(AN=3)1342の送出を終了し、同時に、ACKパケット(AN=4)1343の送出を開始する。

【0029】

サーバ903では、手順S1366から伝搬遅延分の時間を経過した手順1383にてACKパケット(AN=3)1342を受信し、それに基づき次のデータパケット(SN=9)809を送信する。

【0030】

以降、同様に、読み出し部1241は、ACKパケットを送出終了する度に、送信バッファ1240において送待を待ち合わせていたACKパケットの送待を開始する。図13では、手順S1367におけるACKパケット(AN=4)1343の送信以外は省略している。

【0031】

サーバ903では、手順S1367から伝搬遅延分の時間を経過した手順1384にてACKパケット(AN=4)1343を受信し、それに基づき次のデータパケット(SN=10)810を送信する。以降、同様に、サーバ903では、ACKパケットを受信する度に新しいデータパケットを送信する。

【0032】

このように、移動端末900が新たに生成したACKパケットはその時点で最新の受信確認情報(シーケンス番号SN)を含んでいる。しかし、新たに生成したACKパケットは、送信バッファ1240に一旦蓄積され、以前に生成された全てのACKパケットを上り回線912に送待し終わってから送信される。つまり、送信バッファ1240にACKパケットが蓄積されている間は、移動端末900は最新の受信確認情報(シーケンス番号SN)をサーバ903に送信することができない。

【0033】

一方、サーバ903では、データパケット(SN=7)807を送信した時点で送信ウィンドウサイズ分のデータパケットを送信し終えている。その後は、新たにACKパケットを受信し、そのACK番号ANを見て送信ウィンドウを1パケット分更新し、新たなデータパケットを送信する。

【0034】

したがって、サーバ903では、送信ウィンドウサイズ分のデータパケットを送信し終えた後に、データパケットを送信できる間隔は、手順1382, 手順1383, 手順1384に示すように、移動端末900が1つのACKパケットを送出するのに要する時間と等しい間隔になる。

【0035】

一般的なTCPでは、送信するACKパケットの数を減らすために非特許文献

1において開示されている遅延ACK技術を使用している。

【0036】

この遅延ACK技術を用いると、サーバ903からデータパケットを受信している移動端末900は、ACKパケットの平均生成間隔が半分になり、1つおきのデータパケット受信の度にACKパケットを生成する。また、移動端末900が送信する1つのACKパケットは、2つのデータパケットに対する受信確認情報を格納する。

【0037】

したがって、この遅延ACK技術により、移動端末900においては、送信バッファ1240でのACKパケットの蓄積数が半減し、サーバ903においては、1つのACKパケットを受信したことに伴う送信ウィンドウの更新幅は2パケット分になるが、基本的な動作は図13、図14を用いて説明した通信手順と同じである。

【0038】

【非特許文献1】

R. Braden, "Requirements for Internet Hosts Communication Layers", IETF RFC1122 Oct 1989.

【0039】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非対称通信路にTCPを適用したパケット通信を行なう場合、上記従来の通信手順では、サーバ903は、送信ウィンドウサイズ分のデータパケットを送信し終わると、以降は、ある一定値以上の平均送信TCPスループットが得られないという問題がある。

【0040】

その理由は、サーバ903は、移動端末900が1つのACKパケットを送出するのに要する時間の間隔で送信ウィンドウを更新するが、1つのACKパケットを受信したことに伴う送信ウィンドウの更新幅が常に1パケット分であるということである。これは1つのACKパケットが1パケット分の受信確認情報しか含まないためである。

【0041】

例えば、平均送信スループットを大きくすることを期待して下り回線 911 の回線速度を速くしたとしても、送信ウィンドウの更新間隔は変わらず、1つのACKパケットの受信による送信ウィンドウの更新幅も変わらないため、平均送信TCPスループットも変わらない。

【0042】

上記パケット通信に遅延ACK技術を適用した場合、サーバ903において、1つのACKパケットを受信したことに伴う送信ウィンドウの更新幅が2パケット分になるため、平均送信TCPスループットは改善されるものの、送信ウィンドウの更新間隔は1つのACKパケットを送出するのに要する時間のまま変わらない。

【0043】

したがって、遅延ACK技術を用いた場合でも、下り回線 911 の回線速度を速くしても、平均送信TCPスループットは変わらず、システムが期待するスループットが得られないという問題がある。

【0044】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、サーバと非対称パケット通信を行う場合に、サーバにおいてシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができるようにACKパケットの送信抑制制御が行えるパケット通信装置を提供することを目的とする。

【0045】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るパケット通信装置は、非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、送信するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度を保持する手段と、前記ACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する手段と、前記算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返し行い、1周期の満了毎に満了信号を出力するタイマと、前記満了信号が入力する度に、その入力期間内に

受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成し送信段に送信する送信手段と、を具備する構成を採る。

【0046】

この構成によれば、本発明に係るパケット通信装置は、決まった間隔でACKパケットを生成するので、無駄なACKパケットの生成・送信を抑制することができる。また、ACKパケットを送信回線に送出するのに要する間隔と、ACKパケットの生成イベントの発生間隔とを一致させることができるので、新たにACKパケットを生成するタイミングを直前のACKパケットが送出終了したタイミングと一致させることができ、新たに生成したACKパケットの送出開始を生成の直後に行うことができる。このとき、新たに生成されたACKパケットは、直前のACKパケットを生成したとき以降に受信したデータパケット分の受信確認情報を格納するので、送出するACKパケットに最新の受信確認情報を載せることができる。したがって、サーバではシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができる。

【0047】

本発明に係るパケット通信装置は、非対称パケット通信路における高速の受信回線からデータパケットを受けて低速の送信回線にACKパケットを送信するパケット通信装置において、データパケットの受信毎に生成されるACKパケットを順に蓄積し先に蓄積したACKパケットから順に送信段に送り込む蓄積手段と、前記蓄積手段に新たに生成したACKパケットを蓄積する際に、最後に蓄積した直前ACKパケットと新たに蓄積する新ACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは直前ACKパケットを削除して新ACKパケットを蓄積し、一致したときは直前ACKパケットに新ACKパケットを上書きして蓄積する蓄積制御手段と、を具備する構成を採る。

【0048】

この構成によれば、本発明に係るパケット通信装置は、生成したACKパケットのうちACK番号の不一致しないACKパケットを破棄するので、無駄なACKパケットの送信を抑制することができる。新たに生成されたACKパケットが直前に生成されたACKと一致するときは上書きするので、最新の受信確認情報

を含んだACKパケットを送出することができる。したがって、サーバではシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができる。

【0049】

本発明に係るパケット通信装置は、上記の発明において、ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタと、新たに生成したACKパケットと直前に生成したACKパケットとの一致不一致を比較し、不一致のときは前記カウンタをリセットし、一致のときは前記カウンタを更新する手段と、前記カウンタのカウント値が設定値を超えると新たに生成したACKパケットを破棄する手段と、を具備する構成を採る。

【0050】

伝送エラーが多い状況下では、重複したACKパケットを生成してしまい、送信回線に重複ACKパケットを送出終了するまでは新たに生成したACKパケットを送出することができずに、送待を待たなくてはならないことが起こる。しかし、この構成によれば、生成した重複ACKパケットのうち無駄な重複ACKパケットの送信を抑制することができるので、新たに生成したACKパケットの送待を待ち合わせる時間を短縮することが可能となる。

【0051】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、通信装置がサーバと非対称パケット通信を行う場合に、通信装置が下記(1)～(3)に示す方法によってACKパケットの送信を抑制し、サーバがシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができるようにすることである。

【0052】

(1) 通信装置が、送信回線に送出するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度を元にACKパケット生成間隔を算出し、算出したACKパケット生成間隔の期間内に受信されたデータパケットに対しては応答せず、そのACKパケット生成間隔の期間満了毎に最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成し、ACKパケット送出段に存する送信バッファに送り込む。送信バッファでは待ち合わせなくACKパケットが読み出され、送信回線に送出される。

【0053】

(2) 通信装置が、ACKパケット生成段にデータパケットの受信毎に生成されるACKパケットを格納するACKパケット送信バッファを備え、このACKパケット送信バッファにおいて送信待ちのACKパケットと新たに生成されたACKパケットとのACK番号を比較して送信待ちのACKパケットを一定の条件下に削除し、新たに生成されたACKパケットをACKパケット送信バッファからACKパケット送出段に存する送信バッファに送り込む。

【0054】

(3) 通信装置が、(1)または(2)において、ACKパケットの送信回数をカウントするカウンタを備え、新たに生成したACKパケットと直前のACKパケットとのACK番号を比較し、比較の結果、不一致の場合にはカウンタを初期化し、一致した場合にはカウンタを更新することにより、ACKパケット番号が同番のACKパケットが連続した回数をカウントし、そのカウント値が予め設定した値以上のときには、新たに生成したACKパケットを破棄する。これによって、伝送エラーの多い状況下で行われる重複したACKパケットの生成・送信が抑制される。

【0055】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0056】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る非対称通信路にTCPを適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図である。

【0057】

移動通信システムでは、図1に示すように、移動端末100は、無線基地局装置101を介して、インターネットプロトコル(IP)を用いてパケットを転送するネットワーク(IP Network)102に接続される。そして、ネットワーク(IP Network)102上には、サーバ103が存在し、移動端末100との間で非対称通信路にTCPを適用したパケット通信が行われる。

【0058】

即ち、移動端末100は、サーバ103がIP Network102に送信するデータパケットを無線基地局装置101を介して受け取り、ACKパケットを無線基地局装置101、IP Network102を介してサーバ103に返送するが、移動端末100がデータパケットを受け取る下り回線111の回線速度の方が、ACKパケットを返送する上り回線112の回線速度よりも高速になっている。

【0059】

図2は、図1に示した移動端末100が非対称通信路にTCPを適用した本実施の形態1によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。図1に示した移動端末100は、図2に示すように、IP部210、TCP部220、アプリケーション部230、送信バッファ240、読み出し部241、制御部250及び演算部251を備えている。TCP部220は、データパケット受信部221と遅延ACKタイマ部223とを備えている。

【0060】

IP部210は、下り回線111を介して受信したIPパケットにIP処理を施してデータパケット受信部221に送出する。また、IP部210は、データパケット受信部221から受信したACKパケットにIPヘッダを付けて送信バッファ240に送出する。

【0061】

送信バッファ240は、IP部210から受信したACKパケットを蓄積する。読み出し部241は、上り回線112の回線速度に応じて送信バッファ240からACKパケットを読み出し、上り回線112にACKパケットを送出する。

【0062】

制御部250は、上り回線112の回線速度(r_u [bit/sec])及び送信するACKパケットのサイズ(S_A [byte])を保持し、それを演算部251に送出する。

【0063】

演算部251は、制御部250から上り回線112の回線速度及び送信するA

CKパケットのサイズを受け取り、読み出し部241における1つのACKパケットの送信間隔である $8 * SA / ru [sec]$ を算出し、算出結果を遅延ACKタイマ部223に送出する。

【0064】

遅延ACKタイマ部223は、演算部251から受け取った算出結果をACKパケット生成間隔としてタイマの周期に設定し、ACKパケット生成間隔を計時する度に、遅延ACKタイマ満了通知をデータパケット受信部221に送り、タイマを再起動する。

【0065】

データパケット受信部221は、IP部210から受信したデータパケットを、ユーザパケットを処理するアプリケーション層であるアプリケーション部230に送出する。このとき、データパケット受信部221は、1つのデータパケットを受信する度にCKパケットを生成するのではなく、遅延ACKタイマ部223から遅延ACKタイマ満了通知を受け取ったときACKパケットを生成する。

【0066】

ここに、データパケット受信部221は、1つ以上のデータパケットを受信した後、遅延ACKタイマ部223から遅延ACKタイマ満了通知を受け取ることになる。そこで、データパケット受信部221は、遅延ACKタイマ満了通知を受け取ると、その直前に受信されたデータパケットのシーケンス番号SNの次のシーケンス番号SNをACK番号ANとするACKパケットを生成し、IP部210に送信する。これによって、ACKパケットの送信量が抑制される。

【0067】

また、データパケット受信部221は、IP部210から受信したデータパケットにTCP処理を施してアプリケーション部230に送るだけでなく、受信したデータパケットのシーケンス番号SN (Sequence Number) によって損失の有無を監視している。データパケット受信部221は、データパケットの損失を検知した場合、損失を検知した直後にIP部210にACKパケットを送信する。

【0068】

図3は、図2に示す演算部251の動作例を示すフローチャートである。図3

において、演算部 251 は、制御部 250 から送信する ACK パケットのサイズと上り回線 112 の回線速度とを取得すると（ステップ ST301）、送信バッファ 240 において ACK パケットが蓄積されないような ACK パケット生成間隔である $8 * SA / ru [sec]$ を算出し（ステップ ST302）、その算出した ACK パケット生成間隔を遅延 ACK タイマ部 223 に通知する（ステップ ST302）。これによって、演算部 251 にて算出された ACK パケット生成間隔が遅延 ACK タイマ 223 の周期に設定される。

【0069】

なお、演算部 251 では、遅延 ACK タイマ部 223 にタイマ周期として設定する ACK パケット生成間隔は、次のようにして求めてもよい。即ち、演算部 251 では、希望する ACK パケットの平均送信速度と上り回線 112 の回線速度との比として定義する ACK パケットの帯域占有率 α とするとき、前記算出値（ $8 * SA / ru [sec]$ ）に α を掛けた値（ $8 * \alpha * SA / ru [sec]$ ）を算出し、その算出結果を遅延 ACK タイマ部 223 に送ってもよい。

【0070】

次いで、図 4 と図 5 を参照して、図 1 に示した移動通信システムにおいて、TCP を用いたパケット通信を行なう場合の通信手順について説明する。なお、図 4 は、図 1 に示すサーバ 103 と移動端末 100 との間で行われる本実施の形態によるパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図である。図 5 は、図 4 に示す手順 S462 から手順 S464 までの区間における図 1 に示す送信バッファ 240 の状態を説明する図である。

【0071】

ここで、図 4 では、説明を簡単化するために、データパケットのペイロードサイズを全て 1 [byte] とし、送信ウィンドウサイズを “7” とした。そして、1 つの ACK パケットを送信するのに要する時間を遅延 ACK タイマの周期とした。なお、サーバ 103 と移動端末 100 との間にある矢印はパケットの送信と送信方向を表し、矢印の傾きはサーバ 103 と移動端末 100 の間の伝搬遅延を表している。

【0072】

また、図5では、図4に示す手順S462から手順S464までの区間において、移動端末100が生成したACKパケットを送信バッファ240に蓄積して、読み出し部241を介して上り回線112に送出する様子を示している。なお、読み出し部241の右側が送信バッファ240を表し、左側が上り回線112を表している。

【0073】

図4において、「遅延ACKタイマ起動中」と表記する手順S462から手順S463までの区間、手順S463から手順S464までの区間、手順S464から手順S465までの区間等は、遅延ACKタイマ223の周期であり、1つのACKパケットを送出するのに要する時間に設定されている。そして、遅延ACKタイマ223の周期が満了するときに、ACKパケットの生成動作が行われ、それ以外の時ではACKパケットの生成動作が行われない。したがって、サーバ103と移動端末100との間でのパケット通信は、次のようにして行われる。

【0074】

サーバ103は、手順S481において、送信ウィンドウサイズ“7”に応じた7個のデータパケット（データパケット（SN=1）401からデータパケット（SN=7）407）を移動端末100に順々に送信する。

【0075】

移動端末100では、手順S461において先頭のデータパケット（SN=1）401を受信する。その後の手順S462において、初めて遅延ACKタイマ223が満了する。これによってACKパケット441が生成される。ACKパケット441のACK番号ANには、次に受信することが期待されるデータパケットのシーケンス番号SN“2”であるACK番号ANが設定される。生成されたACKパケット（AN=2）441は、図5に示すように送信バッファ240に蓄積される。送信バッファ240での待ち合わせはないので、読み出し部241によって直ちに上り回線112に送出が開始される。

【0076】

同時に、手順S462において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に満

了する手順 S 4 6 3 に向かって計時が行われる。遅延 A C K タイマ 2 2 3 が起動中である手順 S 4 6 2 から手順 S 4 6 3 までの期間は、A C K パケット (A N = 2) 4 4 1 の送出中である。この期間内にデータパケット (S N = 2) 4 0 2 とデータパケット (S N = 3) 4 0 3 とが受信されるが、A C K パケットの生成は行われない。

【0 0 7 7】

遅延 A C K タイマ 2 2 3 が満了する手順 S 4 6 3 において A C K パケット (A N = 2) 4 4 1 の送出が終了する。A C K パケット (A N = 2) 4 4 1 の全てがサーバ 1 0 3 に受信されるまでには、手順 S 4 6 3 から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ 1 0 3 では、手順 S 4 6 3 から伝搬遅延分の時間を経過した手順 4 8 2 にて A C K パケット (A N = 2) 4 4 1 を受信する。これは、送信ウィンドウ分の 7 つのデータパケットを送信した後であるので、サーバ 1 0 3 では、送信ウィンドウの更新を行いながらの送信動作に移行する。

【0 0 7 8】

即ち、サーバ 1 0 3 は、手順 S 4 8 2 において、A C K パケット (A N = 2) 4 4 1 の A C K 番号 A N から先頭のデータパケット (S N = 1) 4 0 1 の 1 パケットが受信されたことを認識し、送信ウィンドウを 1 パケット分更新し、次のデータパケット (S N = 8) 4 0 8 を送信する。

【0 0 7 9】

移動端末 1 0 0 では、遅延 A C K タイマ 2 2 3 が満了する手順 S 4 6 3 において A C K パケットを生成するが、既に 1 以上のデータパケットを受信しているので、遅延 A C K タイマ 2 2 3 が満了する直前に受信したデータパケット (S N = 3) 4 0 3 の次のデータパケット (S N = 4) からの受信を期待した A C K パケット 4 4 2 (A N = 4) を生成し、送信バッファ 2 4 0 に蓄積する。

【0 0 8 0】

しかし、このときには、読み出し部 2 4 1 が先に読み出した A C K パケット 4 4 1 (A N = 2) は、送出を終了している。したがって、今回の A C K パケット 4 4 2 (A N = 4) は、送信バッファ 2 4 0 で待機させることなく、この手順 S 4 6 3 において読み出し部 2 4 1 によって直ちに上り回線 1 1 2 に送出が開始さ

れる。

【0081】

同時に、手順S463において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に満了する手順S464に向かって計時が行われる。遅延ACKタイマ223が起動中である手順S463から手順S464までの期間は、ACKパケット(AN=4)442の送出中である。この期間内にデータパケット(SN=4)404とデータパケット(SN=5)405とが受信されるが、ACKパケットの生成は行われない。

【0082】

遅延ACKタイマ223が満了する手順S464においてACKパケット(AN=4)442の送出が終了する。ACKパケット(AN=4)442の全てがサーバ103に受信されるまでには、手順S464から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ103では、手順S464から伝搬遅延分の時間を経過した手順S483にてACKパケット(AN=4)442を受信する。

【0083】

この場合には、AN=4であるので、サーバ103では、データパケット(SN=2)402とデータパケット(SN=3)403の2パケットが受信されたことを認識し、送信ウィンドウを2パケット分更新し、2つのデータパケット(SN=9)409、(SN=10)410を順々に送信する。

【0084】

移動端末100では、遅延ACKタイマ223が満了する手順S464においてACKパケットを生成するが、既に1以上のデータパケットを受信しているので、遅延ACKタイマ223が満了する直前に受信したデータパケット(SN=5)403の次のデータパケット(SN=6)からの受信を期待したACKパケット443(AN=6)を生成し、送信バッファ240に蓄積する。

【0085】

しかし、このときには、読み出し部241が先に読み出したACKパケット442(AN=4)は、送出を終了している。したがって、今回のACKパケット443(AN=6)は、送信バッファ240で待機させることなく、この手順S

464において読み出し部241によって直ちに上り回線112に送出が開始される。

【0086】

同時に、手順S464において、遅延ACKタイマ223は再起動し、次に満了する手順S465に向かって計時が行われる。遅延ACKタイマ223が起動中である手順S464から手順S465までの期間は、ACKパケット(AN=6)443の送出中である。この期間内にデータパケット(SN=6)406とデータパケット(SN=7)407とが受信されるが、ACKパケットの生成は行われない。

【0087】

遅延ACKタイマ223が満了する手順S465においてACKパケット(AN=6)443の送出が終了する。ACKパケット(AN=6)443の全てがサーバ103に受信されるまでには、手順S465から伝搬遅延分の時間を要する。つまり、サーバ103では、手順S465から伝搬遅延分の時間を経過した手順S484にてACKパケット(AN=6)443を受信する。

【0088】

この場合には、AN=6であるので、サーバ103では、データパケット(SN=4)404とデータパケット(SN=5)405の2パケットが受信されたことを認識し、送信ウィンドウを2パケット分更新し、2つのデータパケット(SN=11)411、(SN=12)412を順々に送信する。以降、移動端末100とサーバ103との間で同様の動作が繰り返される。

【0089】

このように、本発明の実施の形態1によれば、移動端末100は1つのACKパケットを送信するのに要する時間を元にしてACKパケットの生成間隔を決定し、直前のACKパケットを上り回線112に送出終了したタイミングにおいて新たなACKパケットを生成し、上り回線112に送出を開始するようにしたので、送信バッファ240にACKパケットが蓄積することを抑制することができる。

【0090】

また、移動端末100は、ACKパケットを生成するとき、その時点で最新の受信確認情報をACKパケットに格納し、ACKパケットを生成すると、直ちに上り回線112に送出を開始することができるので、最新の受信確認情報をサーバ103に伝えるのに要する時間を従来の技術に比べて低減することができる。

【0091】

このとき、サーバ103は、移動端末100が1つのACKパケットを送出するのに要する時間間隔で1つのACKパケットを受信し、そのACKパケットが格納する受信確認情報に応じて送信ウィンドウを更新するが、本実施の形態1によれば、1つのACKパケットの受信に伴うウィンドウの更新幅を大きくすることができる。

【0092】

例えば、平均送信スループットを大きくすることを期待して下り回線111の回線速度を速くした場合、移動端末100では遅延ACKタイマの起動中に受信するデータパケット数が増えるが、それに応じて1つのACKパケットに格納する受信確認情報を多くすることができる。その結果、1つのACKパケットの受信に伴うサーバ103の送信ウィンドウ更新幅が大きくなるので、システムが希望する平均送信TCPスループットに到達することが可能となる。

【0093】

(実施の形態2)

図6は、本発明の実施形態2に係る非対称通信路にTCPを適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図である。なお、図6では、図1に示した構成と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、実施の形態2に関わる部分を中心に説明する。

【0094】

図6示す移動通信システムでは、図1に示した構成の構成において、移動端末100に代えて移動端末600が設けられている。この移動端末600は、図7に示すように構成されている。

【0095】

図7は、図6に示した移動端末が非対称通信路にTCPを適用した本実施の形態2によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図である。なお、図7では、図2に示した構成と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、実施の形態2に関わる部分を中心に説明する。

【0096】

図7に示す移動端末600では、図2に示した構成において、制御部250と演算部251が無く、TCP部220に代えてTCP部720が設けられている。TCP部720は、データパケット受信部721と、書き込み部722と、ACKパケット送信バッファ723とを備えている。

【0097】

データパケット受信部721は、IP部210から受信したデータパケットにTCP処理を施してアプリケーション部230に送るとともに、データパケットを受信する度に、ACK番号ANを設定したACKパケットを生成し、書き込み部722に送信する。

【0098】

書き込み部722は、データパケット受信部721から受信した新たに生成されたACKパケットをACKパケット送信バッファ723に書き込む。この書き込み処理の際に、書き込み部722は、新たに生成されたACKパケットと直前のACKパケット（最後にACKパケット送信バッファ723に書き込まれたACKパケット）とのACK番号ANを比較する。

【0099】

そして、書き込み部722は、比較結果が不一致の場合は、新たに生成されたACKパケットは、直前のACKパケットが格納している受信確認情報も暗黙の内に格納していると考えられるので、直前のACKパケットをACKパケット送信バッファ723から削除し、新たに生成されたACKパケットをACKパケット送信バッファ723に書き込む。

【0100】

即ち、この場合には、例えば、直前のACKパケットのACK番号ANが10で、新たに生成したACKパケットのACK番号ANが20である場合に、直前

のACKパケットは、「シーケンス番号SNが9以下のデータパケットを移動端末600が受信した」という受信確認情報を格納している。それに対し、新たに生成されたACKパケットは、「シーケンス番号SNが19以下のデータパケットを移動端末600が受信した」という受信確認情報を格納している。つまり、新たに生成されたACKパケットは、直前のACKパケットが格納している受信確認情報も暗黙の内に格納していることになる。それ故、直前のACKパケットは、削除する。

【0101】

一方、書き込み部722は、比較結果が一致した場合は、新たに生成されたACKパケットは直前のACKパケットと同じACK番号ANを持つ重複ACKパケットであると考えられるので、新たに生成されたACKパケットをACKパケット送信バッファ723に書き込む。

【0102】

そして、ACKパケット送信バッファ723に書き込まれたACKパケットは、ACKパケット送信バッファ723から書き込まれた順序で読み出され、IP部210に送出される。

【0103】

次に、図8を参照して、書き込み部722の動作について説明する。図8は、図7に示す書き込み部の動作例を示すフローチャートである。図8において、書き込み部722は、データパケット受信部721から新たに生成されたACKパケットを受信したか否かを判断する(ステップST801)。この判断の結果、受信していない場合(ステップST801:No)は本処理を終了する。受信した場合(ステップST801:Yes)はステップST802に進み、直前のACKパケットがACKパケット送信バッファ723に存在するか否かを判断する。

【0104】

ステップST802での判断結果、直前のACKパケットがACKパケット送信バッファ723に存在しない場合(ステップST802:No)は、ステップST805に進み、ACKパケット送信バッファ723に存在する場合(ステッ

プST802:Yes)はステップST803に進む。

【0105】

ステップST803では、新たに生成されたACKパケットと直前のACKパケットとのACK番号ANを比較し、ACK番号ANが一致するか否かを判断する。つまり、新たに生成されたACKパケットが重複ACKパケットであるか否かを判断する。この判断結果、重複ACKパケットである場合(ステップST803:Yes)は、ステップST805に進み、重複ACKパケットパケットではない場合(ステップST803:No)はステップST804に進む。

【0106】

ステップST804では、ACKパケット送信バッファ723に存在していた直前のACKパケットを削除してステップST805に進む。ステップST805では、新たに生成されたACKパケットをACKパケット送信バッファ723に書き込み、本処理を終了する。

【0107】

本実施の形態2に係るパケット通信手順は、図4に示した実施の形態1に係るパケット通信手順と基本的に同じであるため説明を省略する。ACKパケットを生成するトリガが変わるだけであり、どちらの場合も送出するACKパケットに最新の情報を格納することができる。

【0108】

このように、本実施の形態2によれば、移動端末600のTCP部に設けたACKパケット送信バッファ723においては、新しいACKパケットが古いACKパケットを上書きするため、最新の受信確認情報を含んでいるACKパケットだけが存在する。読み出し部741は、ACKパケットを送出終了すると、ACKパケット送信バッファ723からACKパケットを受信し上り回線112に送出開始するので、最新の受信確認情報をサーバ103に伝えることができる。

【0109】

サーバ103は、移動端末600が1つのACKパケットを送出するのに要する時間の間隔で1つのACKパケットを受信し、そのACKパケットが格納している受信確認情報に応じて送信ウィンドウを更新する。よって、例えば、平均送

信スループットを大きくすることを期待して下り回線 111 の回線速度を速くした場合、ACK パケット送信バッファに書き込まれる ACK パケット数が多くなるが、最後に書き込まれた ACK パケット以外は破棄され、最後に書き込まれた ACK パケットが格納している受信確認情報が多くなる。これによって、1 つの ACK パケットの受信に伴うサーバ 103 の送信ウィンドウ更新幅が大きくなるので、システムが希望する平均送信 TCP スループットに到達することが可能となる。

【0110】

ここで、移動端末 100, 600 では、データパケット受信部 221, 721 は、データパケットの損失を検知すると、直前の ACK パケットと同じ ACK 番号 AN を持つ複数の ACK パケットを重複して生成する。この場合、TCP のアルゴリズムに従えば、サーバ 103 が重複 ACK パケットの受信によって輻輳を検知するためには、連続した三個の重複 ACK パケットが受信できれば十分である。

【0111】

そこで、データパケット受信部 221, 721 は、ACK パケットの送信回数をカウントするカウンタを備え、新たに生成した ACK パケットと直前の ACK パケットとの ACK 番号を比較し、比較の結果、不一致の場合にはカウンタを初期化し、一致した場合にはカウンタを更新することにより、同番の ACK パケットが連続した回数をカウントし、そのカウント値が予め設定した値以上のときには、新たに生成した ACK パケットを破棄するようにしてもよい。

【0112】

これによれば、データパケットの損失を検知して連続して N ($N > 3$) 個以上の重複 ACK パケットを生成した場合には、 N 個目以降の重複 ACK パケットについては IP 部 210 に送信せずに破棄することができるので、伝送エラーの多い状況下で行われる重複した ACK パケットの生成・送信が抑制でき、無駄な ACK パケットの送信をさらに抑制することができる。

【0113】

なお、移動端末 100, 600 のハードウェア構成は、任意であって、特に限

定されない。例えば、移動端末100, 600は、CPUや記憶装置（ROM、RAM、ハードディスク、その他の各種記憶媒体）を備えたコンピュータによって実現される。このように移動端末100, 600がコンピュータによって実現される場合、移動端末100, 600は、その動作を記述したプログラムをCPUが実行することによって所定の動作を行なう。

【0114】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ACKパケットの送信を抑制する制御が行えるので、サーバにおいてシステムの期待する平均送信TCPスループットを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態1に係る非対称通信路にTCPを適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図

【図2】

図1に示した移動端末が非対称通信路にTCPを適用した本実施の形態1によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図

【図3】

図2に示す演算部の動作例を示すフローチャート

【図4】

図1に示すサーバと移動端末との間で行われる本実施の形態によるパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図

【図5】

図4に示す手順S462から手順464までの区間における図1に示す送信バッファの状態を説明する図

【図6】

本発明の実施形態2に係る非対称通信路にTCPを適用したパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図

【図7】

図 6 に示した移動端末が非対称通信路に TCP を適用した本実施の形態 2 によるパケット通信を実施する構成を示すブロック図

【図 8】

図 7 に示す書き込み部の動作例を示すフローチャート

【図 9】

非対称通信路に TCP を適用した従来のパケット通信方法を説明するために用いる移動通信システムの構成例を示すブロック図

【図 10】

TCP パケットのフォーマット

【図 11】

サーバが行うウインドウ制御を説明する図

【図 12】

図 9 に示す移動端末が非対称通信路に TCP を適用した従来のパケット通信を実施する構成を示すブロック図

【図 13】

図 9 に示すサーバと移動端末との間で行われる従来のパケット通信の通信手順を説明するシーケンス図

【図 14】

図 13 に示す手順 S 1 3 6 2 から手順 1 3 6 5 までの区間における図 12 に示す送信バッファの状態を説明する図

【符号の説明】

100, 600 移動端末 (通信装置)

101 無線基地局装置

102 IP ネットワーク

103 サーバ

111 下り回線 (受信回線)

112 上り回線 (送信回線)

210 IP 部

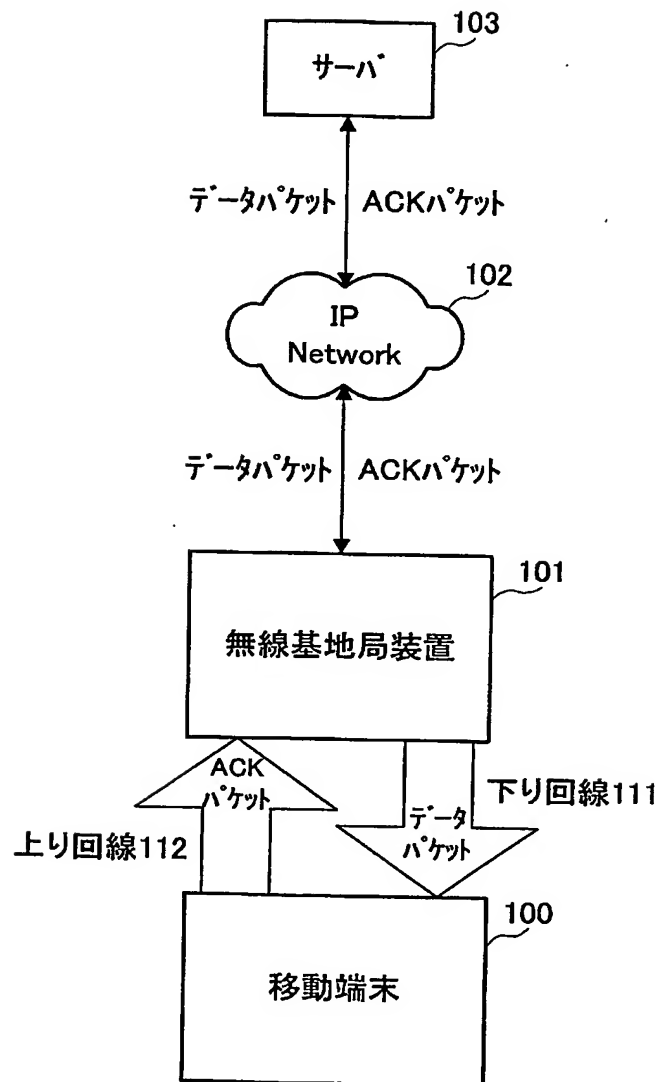
220, 720 TCP 部

- 2 2 1, 7 2 1 データパケット受信部
- 2 2 3 遅延 A C K タイマ部
- 2 3 0 アプリケーション部
- 2 4 0 送信バッファ
- 2 5 0 制御部
- 2 5 1 演算部
- 7 2 2 書き込み部
- 7 2 3 A C K パケット送信バッファ

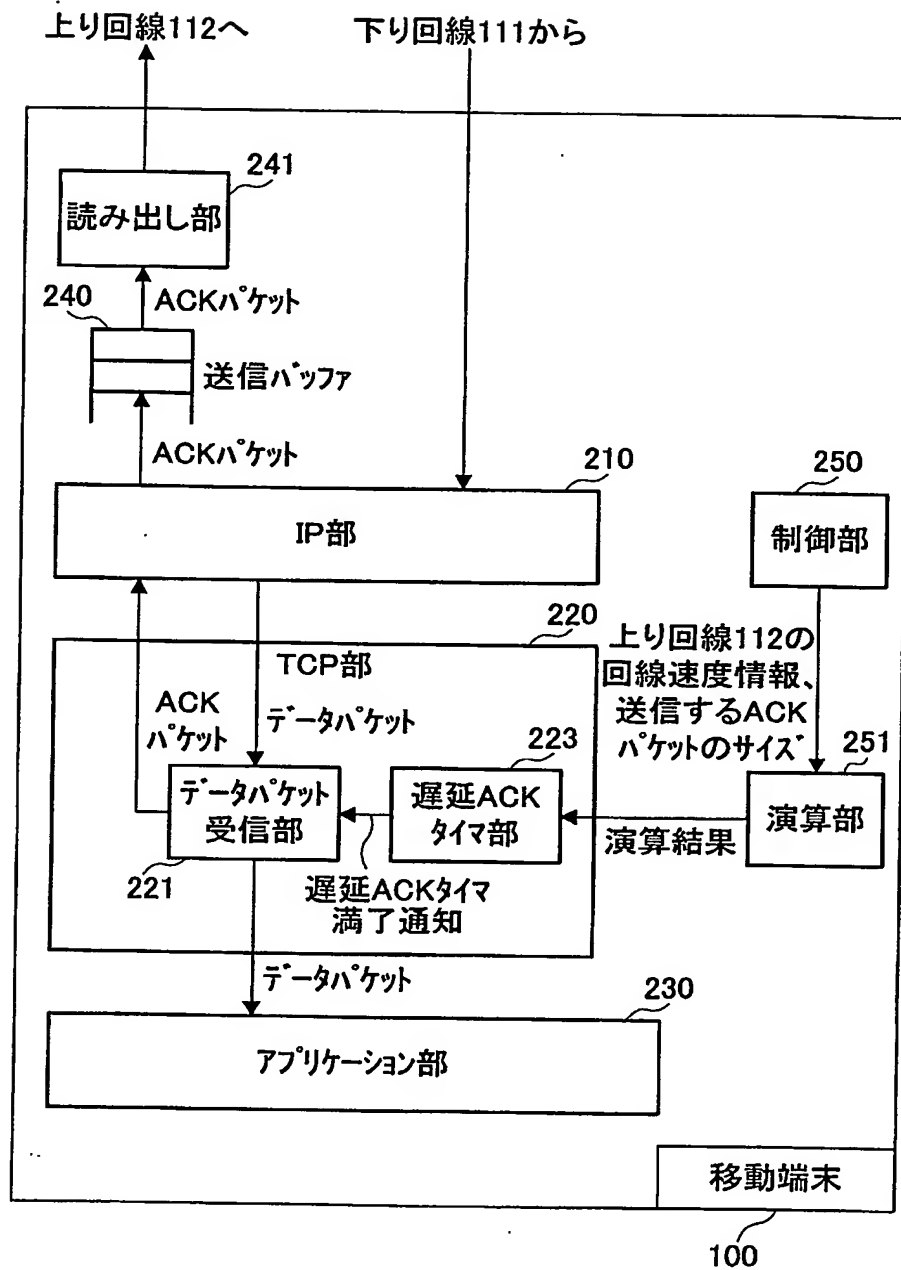
【書類名】

図面

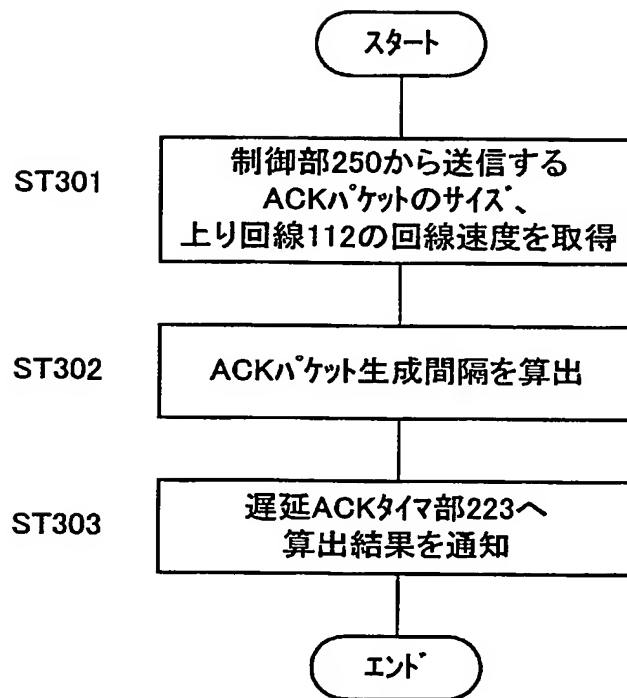
【図1】



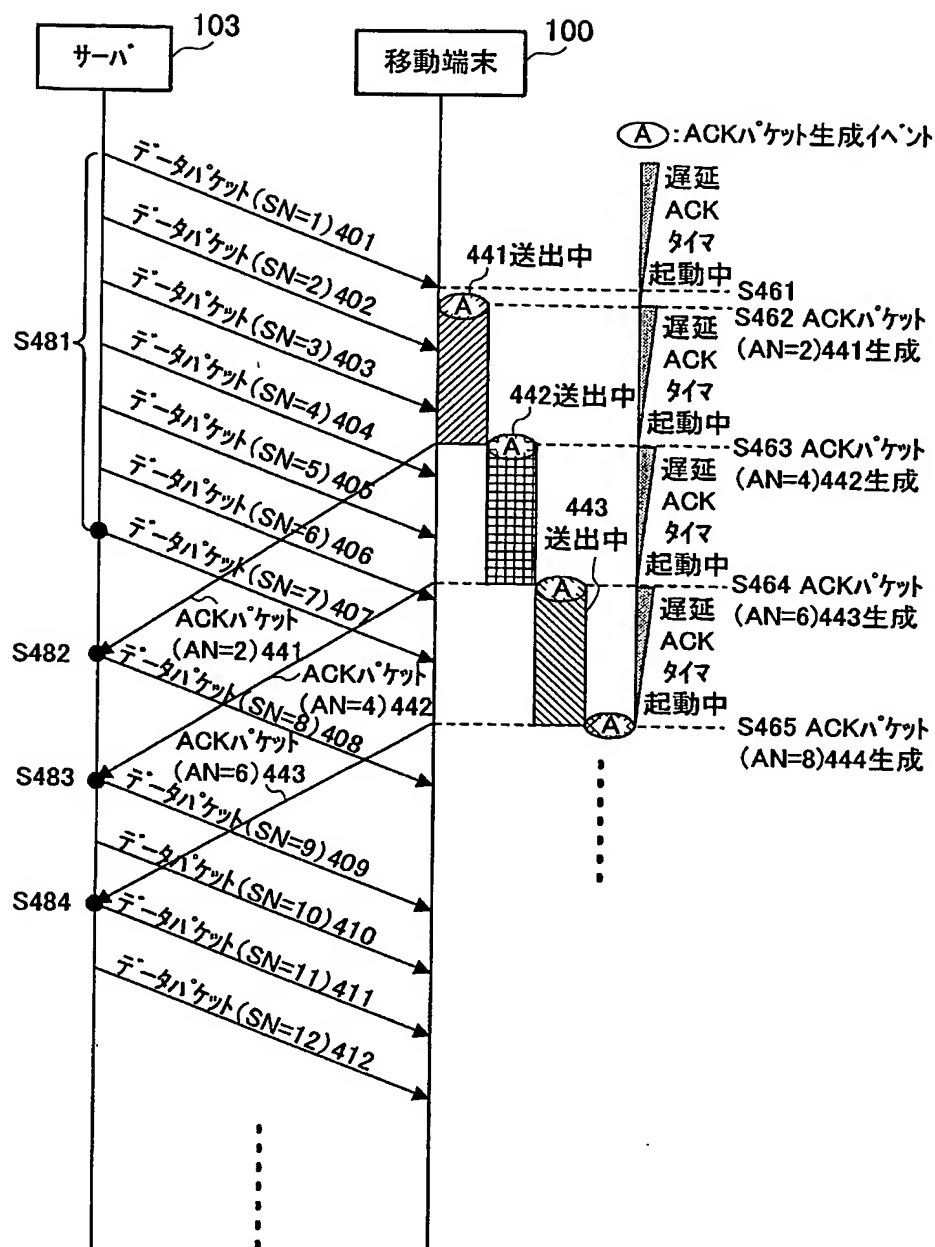
【図 2】



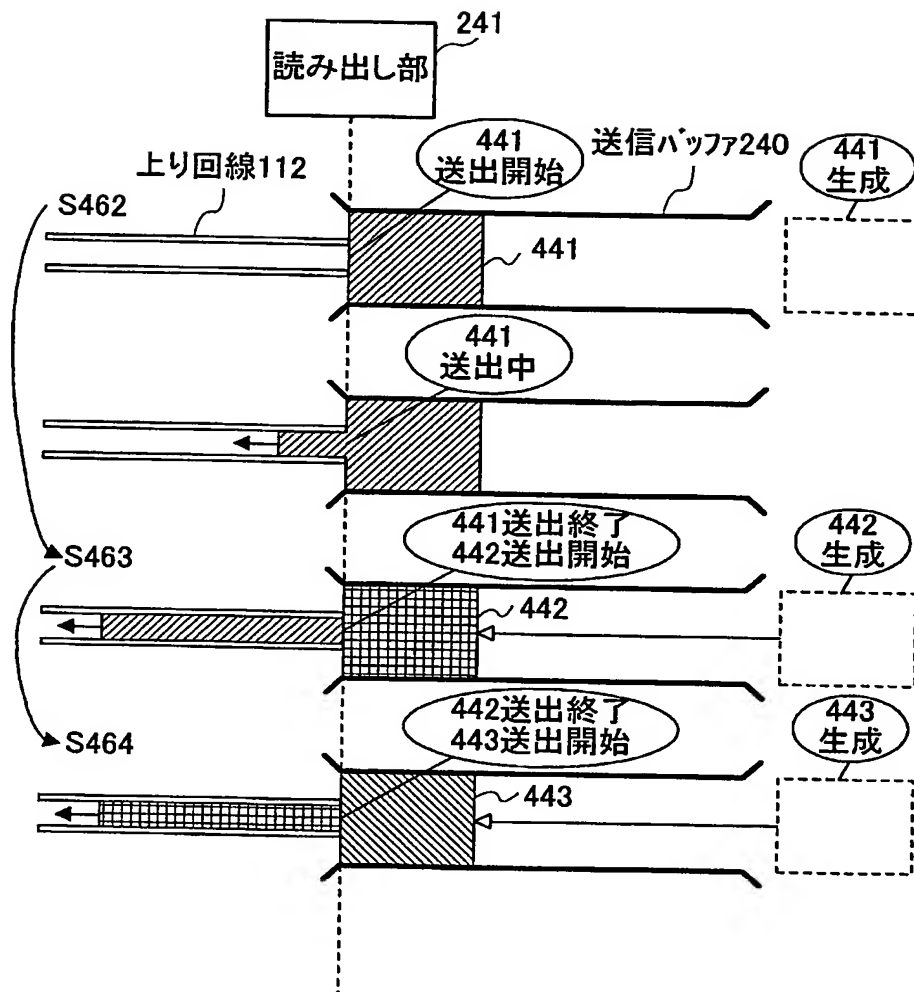
【図 3】



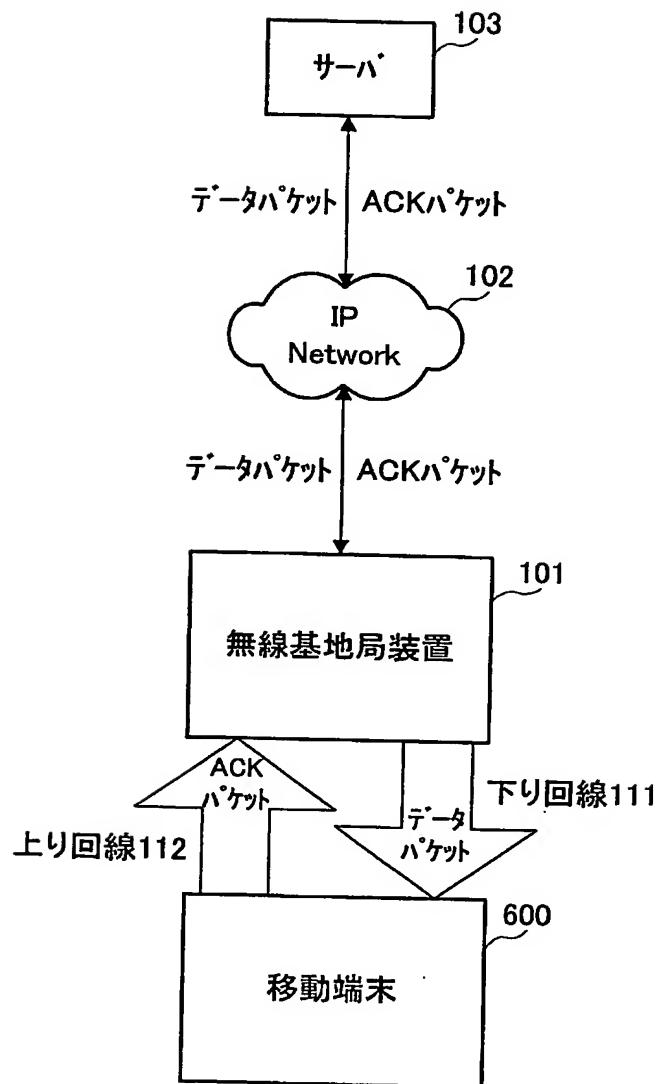
【図 4】



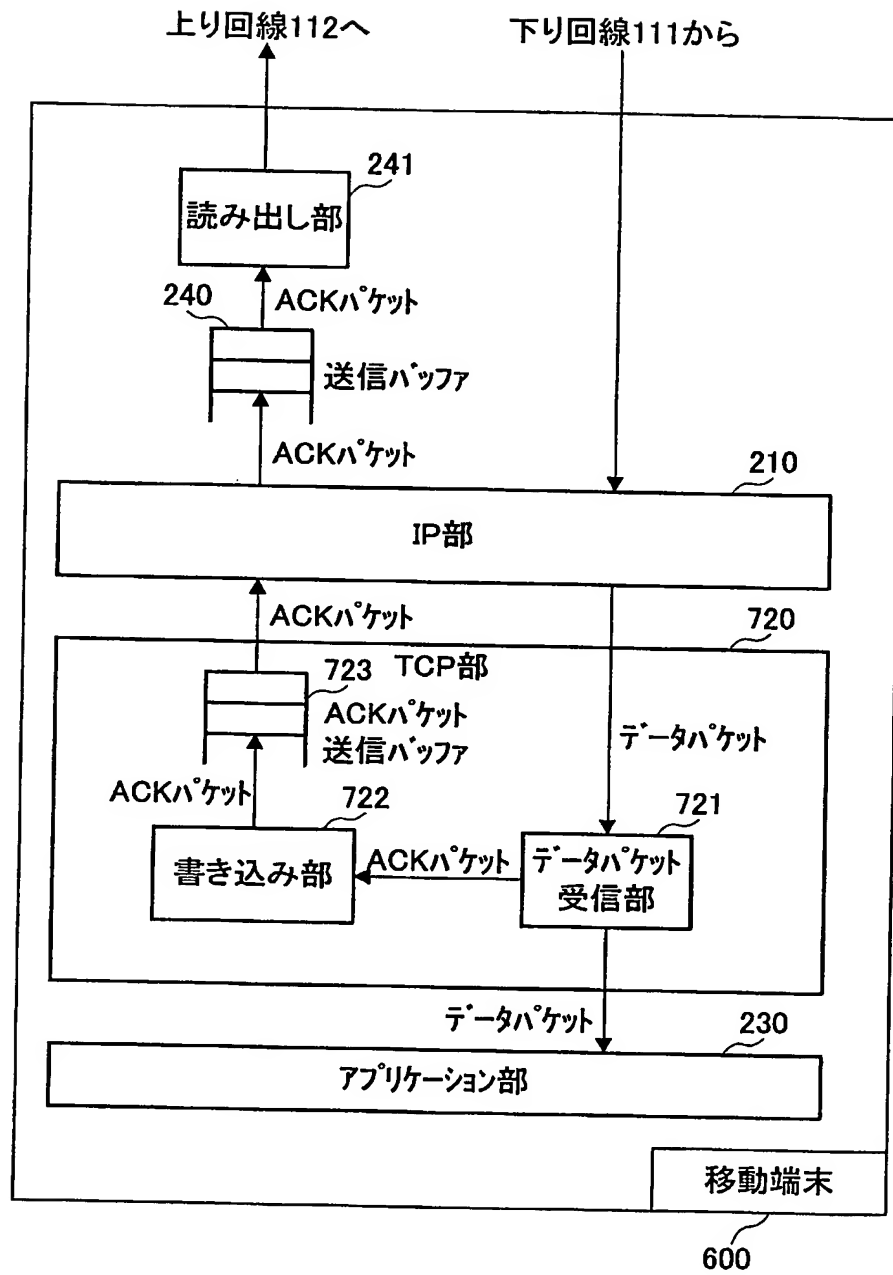
【図5】



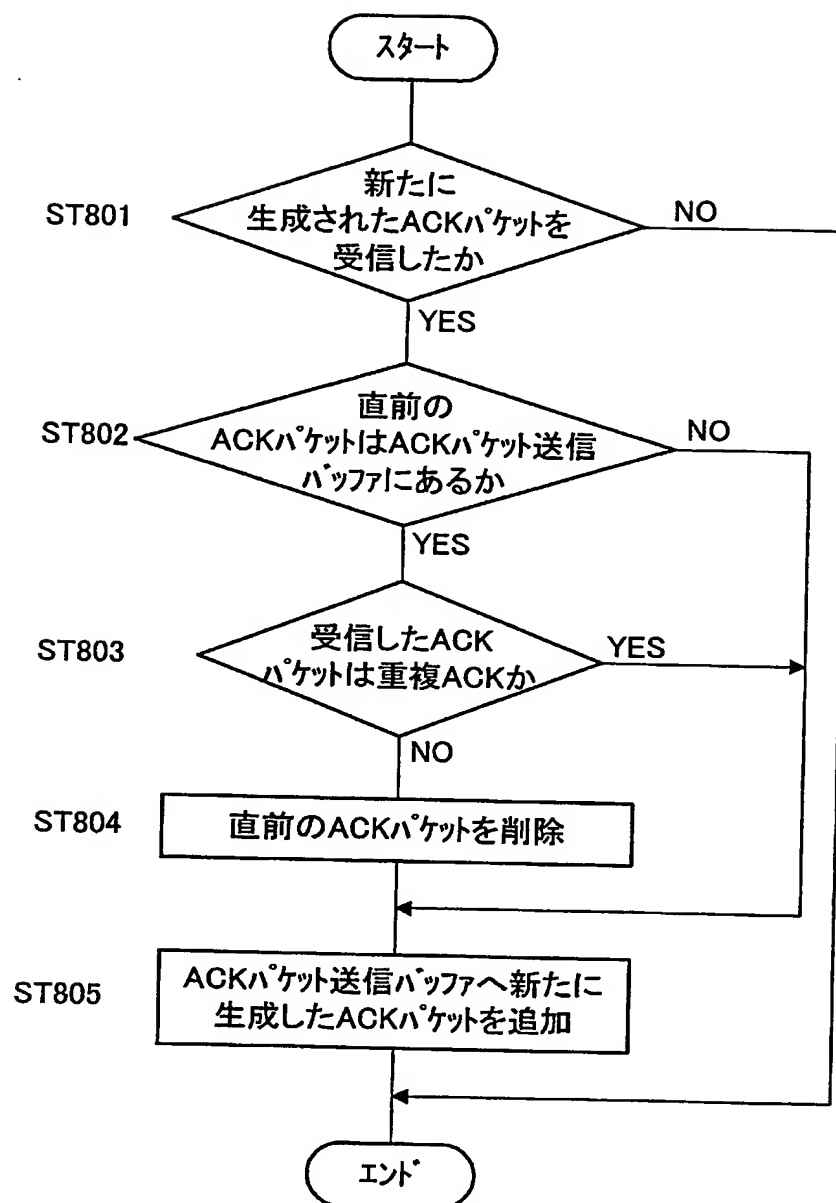
【図6】



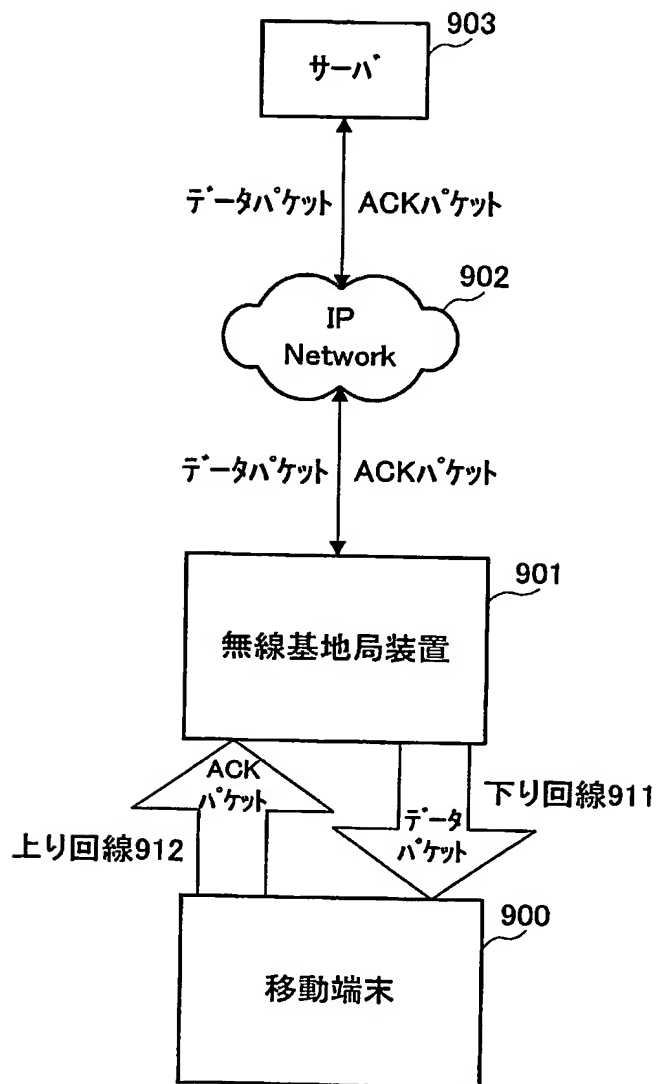
【図 7】



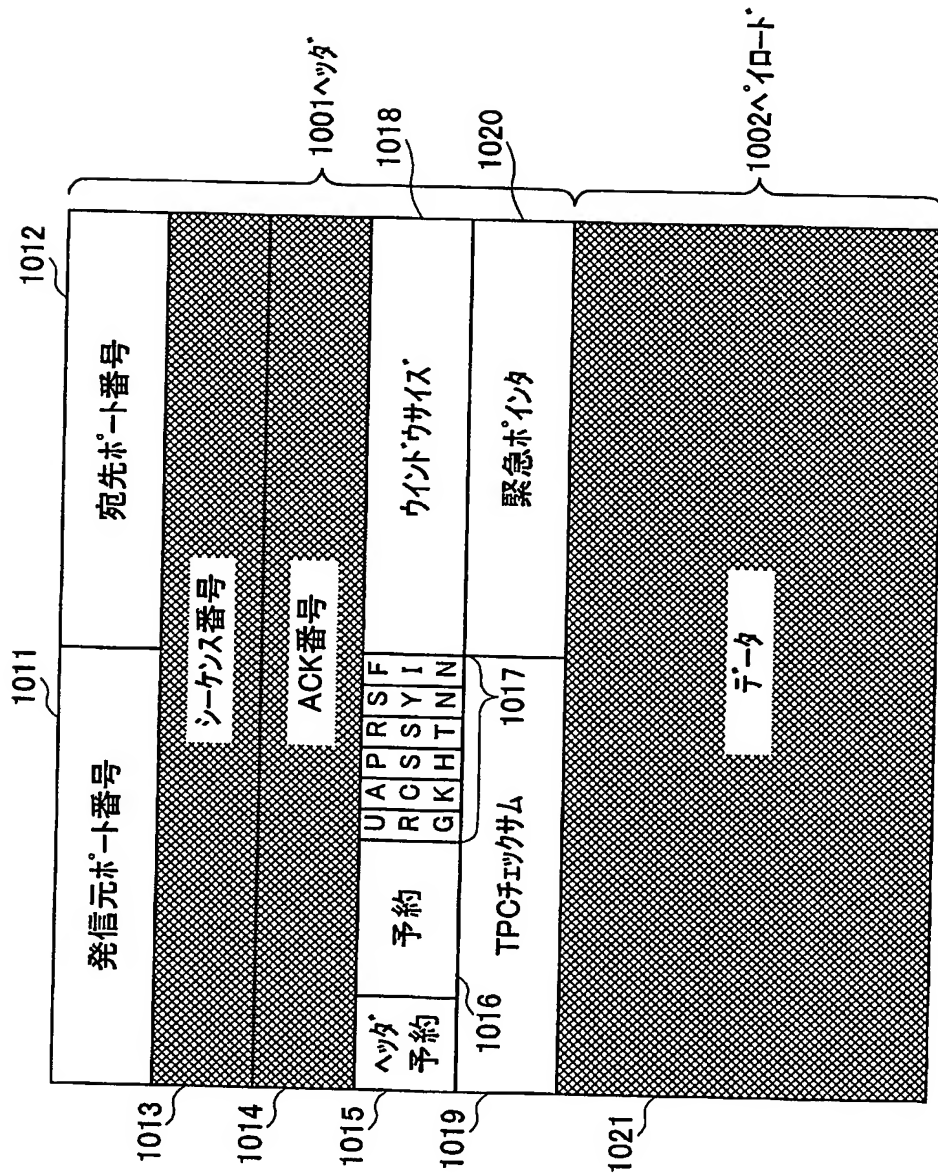
【図8】



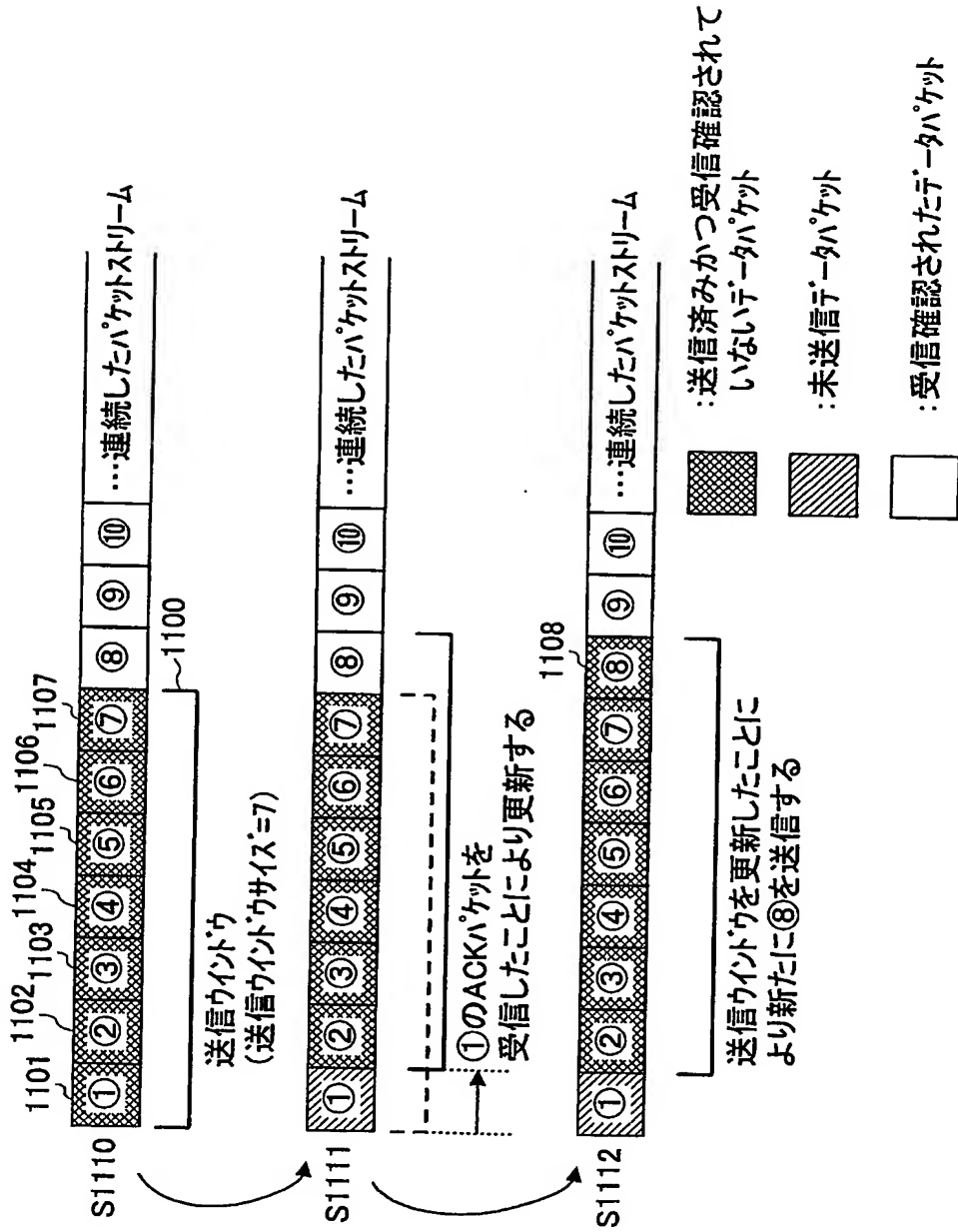
【図 9】



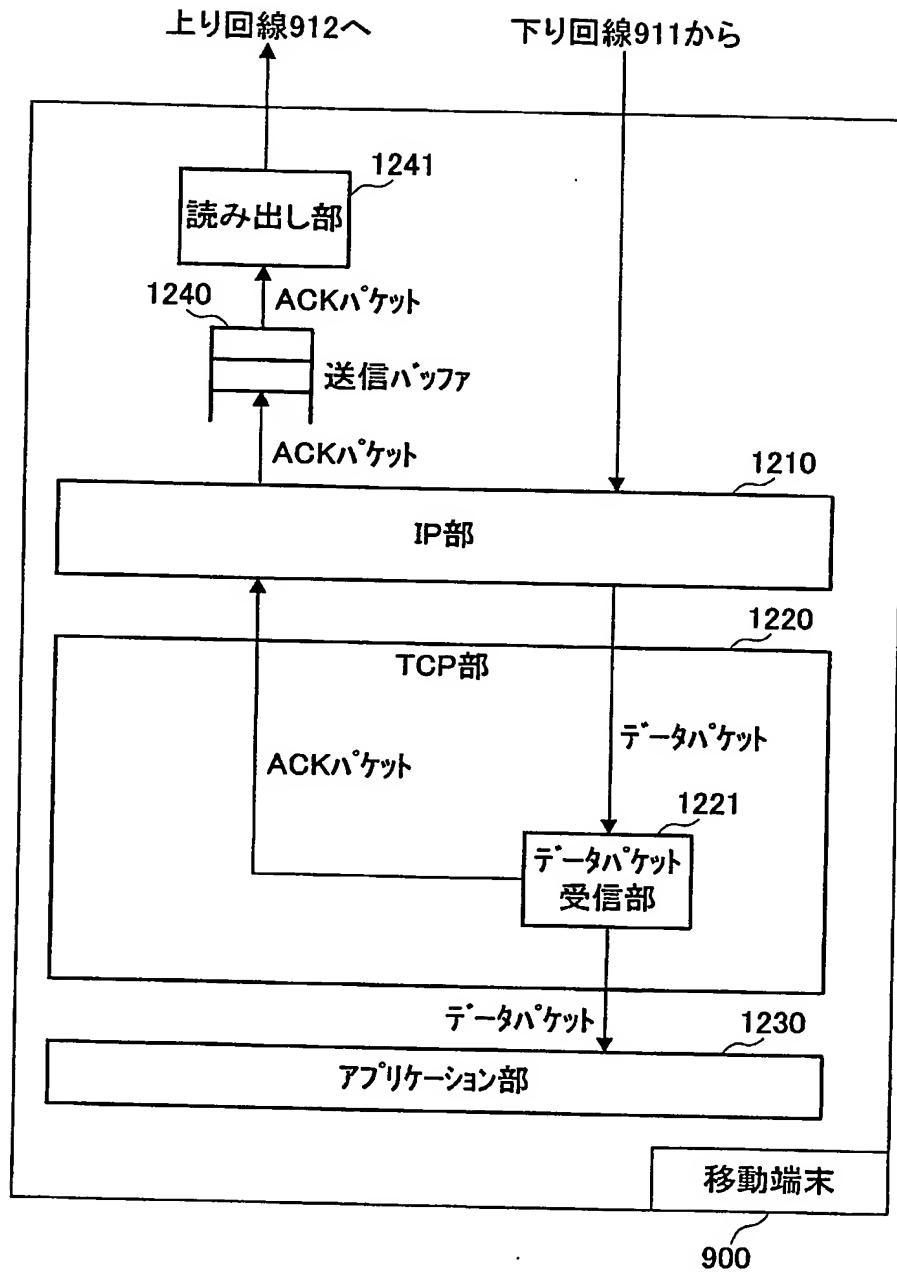
【図 10】



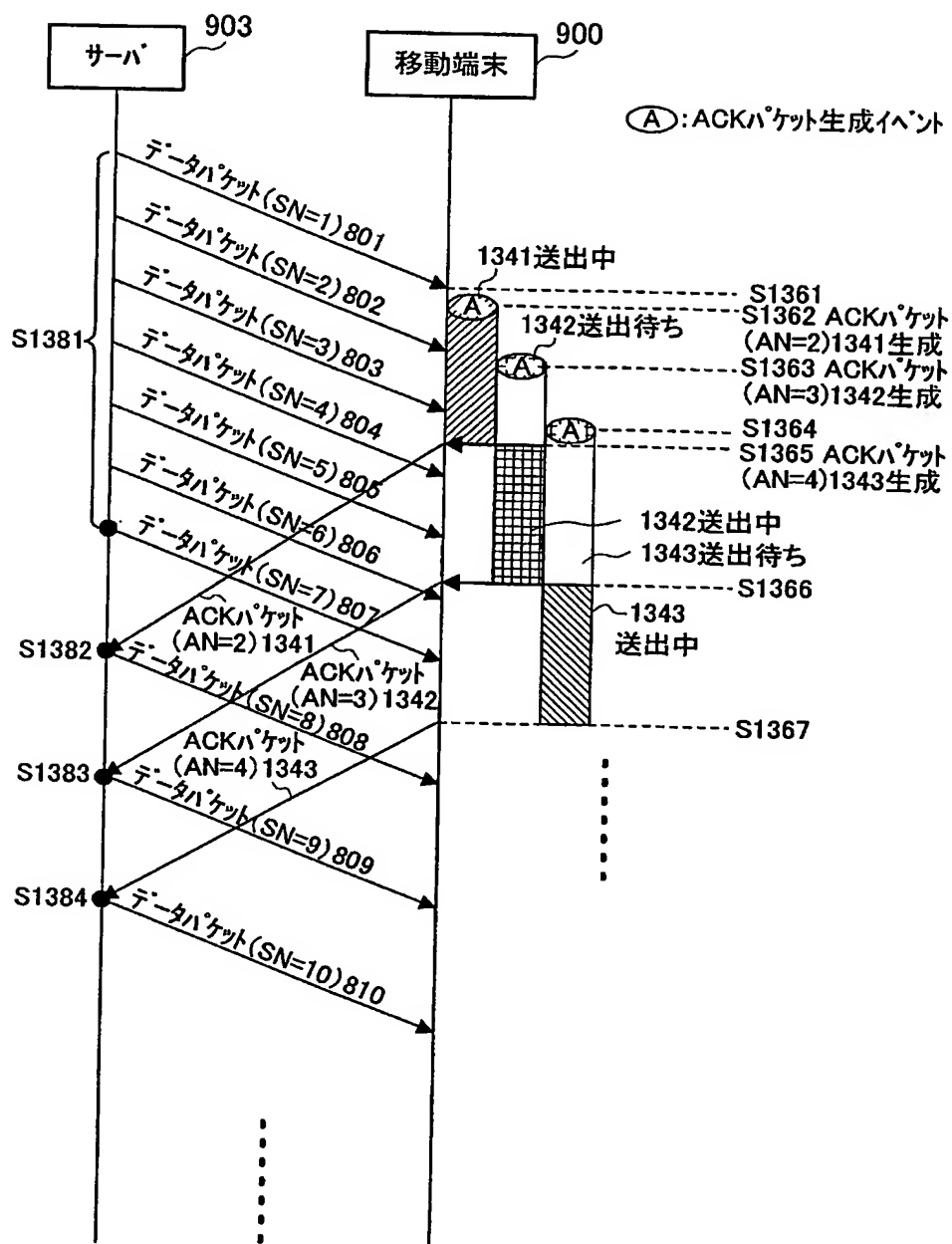
【図 11】



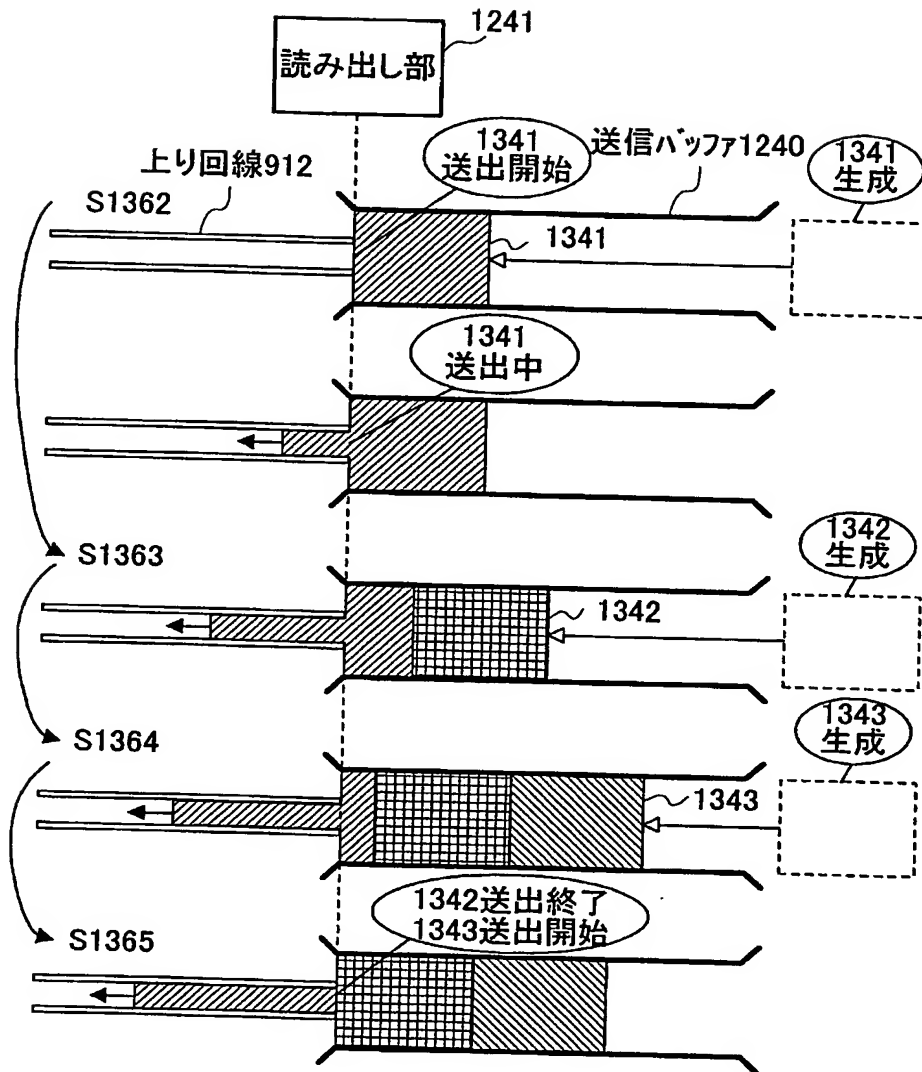
【図 12】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 非対称パケット通信路を用いてサーバと通信を行う場合に、ACKパケットの送信を抑制し、サーバにおいてシステムの期待する平均送信TCPスループットが得られるようにする。

【解決手段】 移動端末100は、制御部250が保持する、送信するACKパケットのサイズ及び送信回線の回線速度に基づきACKパケットの生成間隔を算出する演算部251と、算出されたACKパケットの生成間隔を1周期として計時することを繰り返し行い、1周期の満了毎に満了信号を出力する遅延ACKタイマ223と、満了信号が入力する度に、その入力期間内に受信されたデータパケットに関する最新の受信確認情報を含ませたACKパケットを生成しIP部210を介して送信バッファ240に送り込むデータパケット受信部221とを備えている。

【選択図】 図2

特願 2003-163214

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年 8月28日

新規登録

住所
氏名

大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社

4/14

DO/US WORKSHEET

U.S. Appl. No. 10 / 559774

Internat.

Appl. No. JPO4/008365Application filed by: ☐ 20 months ☒ 30 months

INTERNATIONAL APPLICATION PAPERS IN THE APPLICATION FILE:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> International application (RECORD COPY) | <input type="checkbox"/> Request form PCT/RO/101 |
| <input type="checkbox"/> Article 19 amendments | <input type="checkbox"/> PCT/IB/302 |
| <input type="checkbox"/> PCT/IB/331 | <input checked="" type="checkbox"/> PCT/ISA/210-Search Report |
| <input checked="" type="checkbox"/> PCT/IPEA/409 IPER (PCT/IPEA/416 on front) | <input type="checkbox"/> Search Report references |
| <input checked="" type="checkbox"/> Annexes to 409 | <input checked="" type="checkbox"/> Other <u>PCT-SAFE [Easy mode]</u> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Priority document(s) No. <u>1</u> | |
| <input type="checkbox"/> INTERNATIONAL APPLICATION ON DOUBLE SIDED PAPER (COPIES MADE) | |

RECEIPTS FROM THE APPLICANT: (other than checked above)

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Basic National Fee (paid or authorized to charge) | <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary amendment(s) filed |
| Translation of international application as filed: | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Description | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Claims | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Words in the drawing figure(s) | <input checked="" type="checkbox"/> Information Disclosure Statement |
| <input type="checkbox"/> Article 19 amendments | <input type="checkbox"/> Assignment document |
| <input checked="" type="checkbox"/> Annexes to 409 <i>Not entered.</i> | <input type="checkbox"/> Power of attorney/Change of address |
| <input checked="" type="checkbox"/> Oath / Declaration | <input type="checkbox"/> Substitute specification |
| <input type="checkbox"/> DNA diskette | <input type="checkbox"/> Verified small status claim |
| | <input type="checkbox"/> Other |

Notes:

35 U.S.C. 371 - Receipt of Request (PTO-1390)

07 FEB 2005

Date acceptable oath / declaration received

Date complete 35 U.S.C 371 requirements met

102(e) Date

Date of completion of DO/EO 906 - Notification of Missing 102(e) Requirements

Date of completion of DO/EO 907 - Notification of Acceptance for 102(e) date

Date of completion of DO/EO 911 - Application accepted under 35 U.S.C. 1.11

Date of completion of DO/EO 905 - Notification of Missing Requirements

Date of completion of DO/EO 916 - Notification of Defective Response

Date of completion of DO/EO 903 - Notification of Acceptance

04 Apr 06

Date of completion of DO/EO 909 - Notification of Abandonment

WIPO Publication
Publication No.

WO04/110013 A1

Publication Date

16 DEC 04

Publication Language

Japanese

Not Published

- ☐ U.S. only
Designated
☒ EP request

Screening done by: SA